السيارة

الطبعة الثانية





مهندس
عطية على عطية



دار الكتب العلمية
للنشر والتوزيع
القاهرة

السيارة



الطبعة الثانية

مهندس

عطية على عطية

الكتـــــاب : السيارة
المؤلـــــف : م. عطية على عطية
الناشـــــر : دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع - القاهرة
المقـــاس : ١٧ X ٢٤
الطبعـــــة : الثانية
رقم الإيـــداع : ٢٠٠٨/١٩٠٦٠
ردمـــــك : ١ ٨٤٦ ٢٨٧ ٩٧٧

الاخراج الفنى وتصميم الغلاف : جمال خليفة
المـــونتــــاج الفنـــى : محمد حسنى

دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع
٥٠ شارع الشيخ ريحان - عابدين - القاهرة
☎ ٢٧٩٤٨٦١٩ - ٢٧٩٥٤٢٢٩
فاكس: ٢٧٩٢٨٩٨٠

www.sbhegypt.org
e-mail : sbh@link.net

مقدمة

تتناول فكره هذا الكتاب تقديم كتاب ذو مستويات تعليمية مختلفة فهو يخاطب مستخدم السياره بصفه عامة وكذلك يقدم المعلومات الأكثر تقدماً وعمقاً لمن يريد الاستزاده من العلم والتعلم فى مجال تكنولوجيا السيارات وخاصة الحديثة منها فهو يستعرض معظم مكونات وتركيب السيارة ونظريات عملها بالإضافة إلى فصل خاص بعمليات الصيانة التى يمكن لمستخدم السياره العادى أن يقوم بها وكذلك توجد بعض العمليات التى يمكن أن يقوم بها من يمتلك خبره بسيطه فى عمليات الفك والتركيب .

ونسأل الله العلى القدير أن يكون هذا الكتاب نافعاً لكل من يقتنيه .

م. عطيه على

الباب الأول

التركيب العام للسيارة

الأجزاء الرئيسية للسيارة

(أ) مجموعة الإدارة :

١. ألة محرك : المحرك

٢. مجموعة نقل حركة : وتشمل

- القابض   - صندوق التروس   - عمود الإدارة
- المجموعة الفرقية   - المحور الخلفى

(ب) مجموعة الحركة: وتشمل

- القيادة والتوجيه   - المحور الأمامي
- التعليق   - الفرامل
- الشاسية   - العجل

(ج) مجموعة الكهرباء : وتشمل

- دائرة الإشعال   - دائرة بدء الإدارة
- دائرة الشحن   - دائرة الأنارة
- الدوائر المساعده   - (الراديو - البوق)

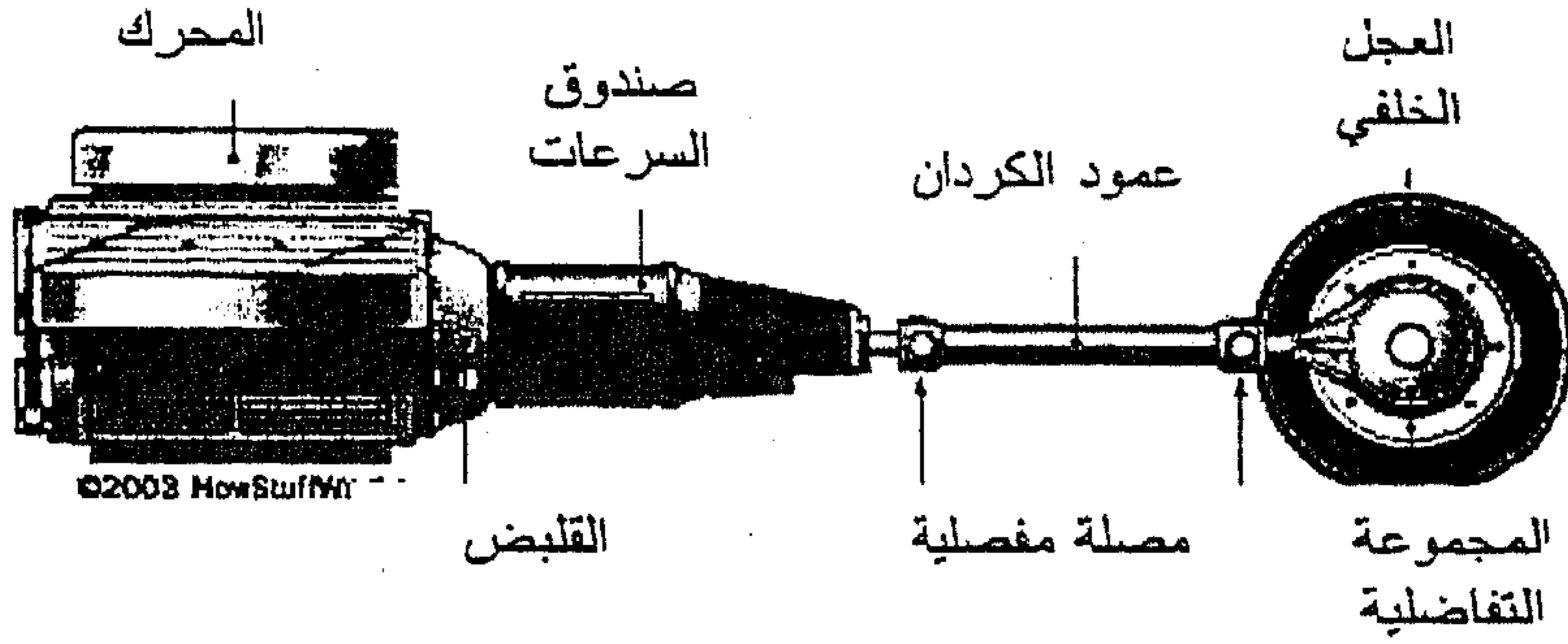
أولا: مجموعة الإدارة :

١- المحرك The Engine : هو مصدر القدره المحركة للسيارة .

٢- مجموعة نقل الحركة :

(أ) القابض The clutch

ويعمل على وصل وفصل الحركة من المحرك إلى العجل وذلك عند تغيير السرعات حسب متطلبات الطريق وكذلك يستعمل عند بدء الأدارة وإيقاف السيارة.



مجموعة نقل الحركة

(ب) صندوق التروس Gear Box

ويعمل على تغيير السرعات عند الاحمال المختلفة حسب ظروف القيادة .

(ج) عمود الإدارة Propeller shaft

وهو عمود يستعمل لنقل الحركة بين صندوق التروس والمحاور المركب عليها العجلات .

(د) المجموعة الفرقية Differential unit

والغرض منها مواجهة فرق سرعة دوران العجلات عند دخول السيارة فى منحنى أو عندما تسير على أرض غير مهمده .

(هـ) المحور الخلفى : The Rear Axle

يقوم المحور الخلفى بنقل حركة عمود المرفق إلى العجلات .

ثانيا: مجموعة الحركة :

(أ) مجموعة القيادة The steering system:

وتعمل على توجيه السيارة والتحكم فى اتجاها .

(ب) أجهزة التعليق The suspension system:

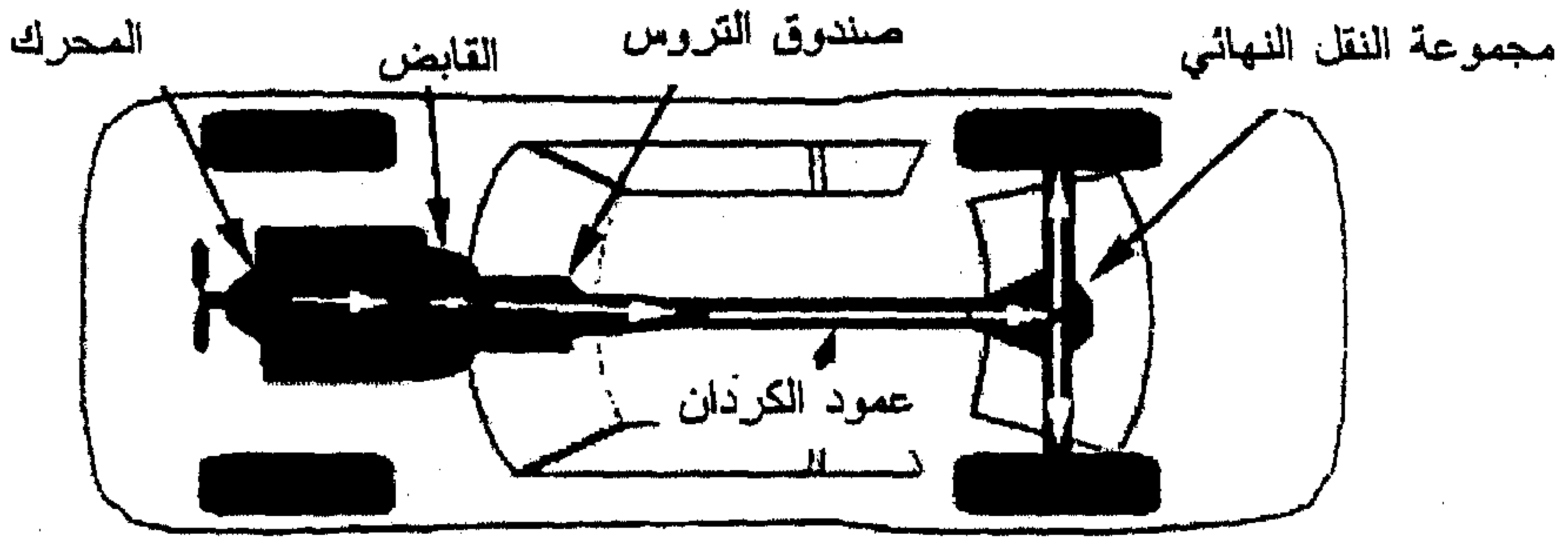
وهى آليايات وروادع الإرتجاج " المساعدين" ووظيفتها ربط المحاور بالشاسية وامتصاص الصدمات واهتزازات الطريق .

(ج) الفرامل The Brake

ووظيفتها إيقاف السيارة فى الوقت المناسب وتقليل السرعة .

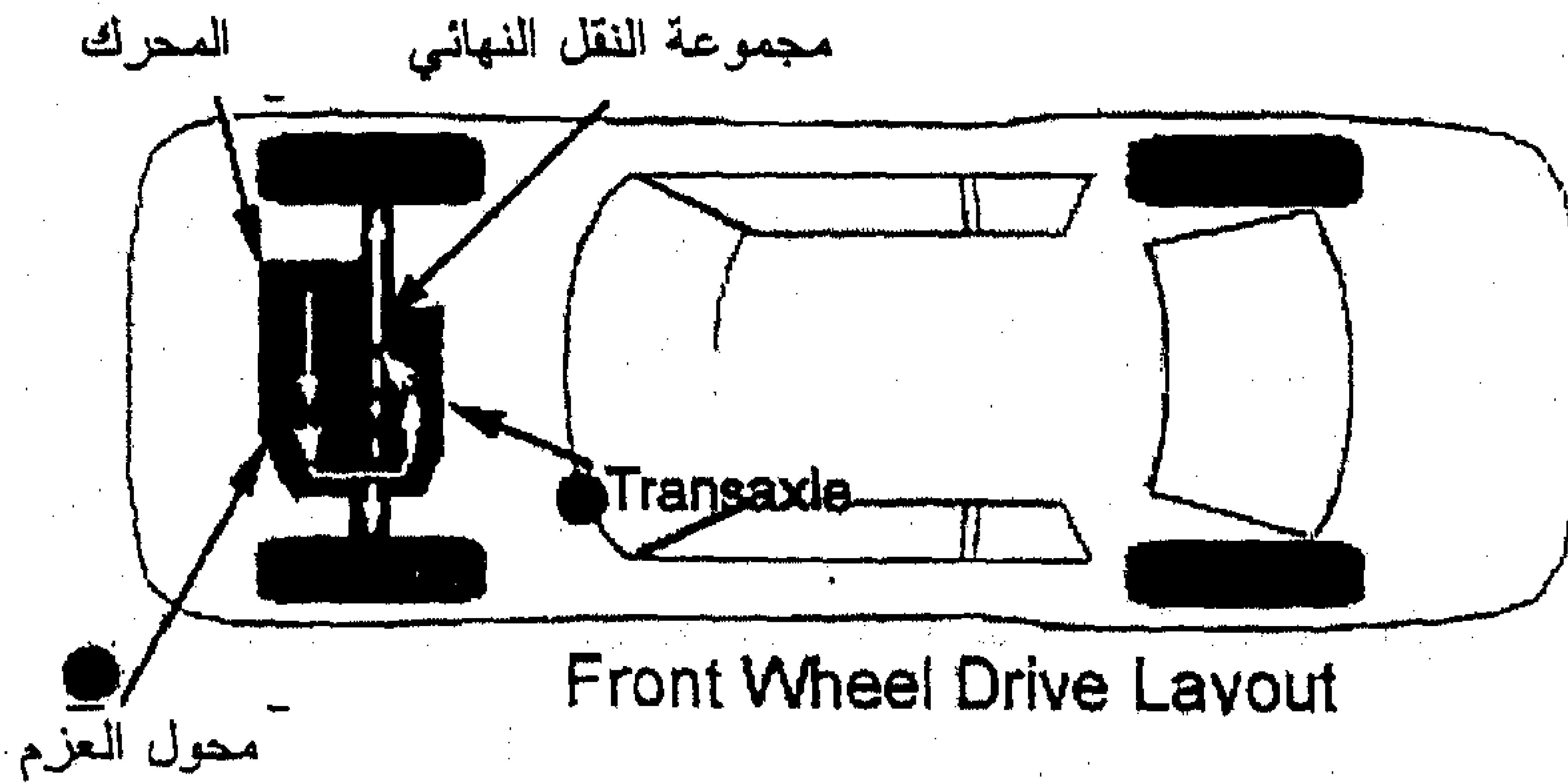
<u>(د) الأطار Chassis</u>

ويثبت عليه مجموعات الإدارة ومجموعةالحركة ومجموعة الكهرباء .



Rear Wheel Drive Layout

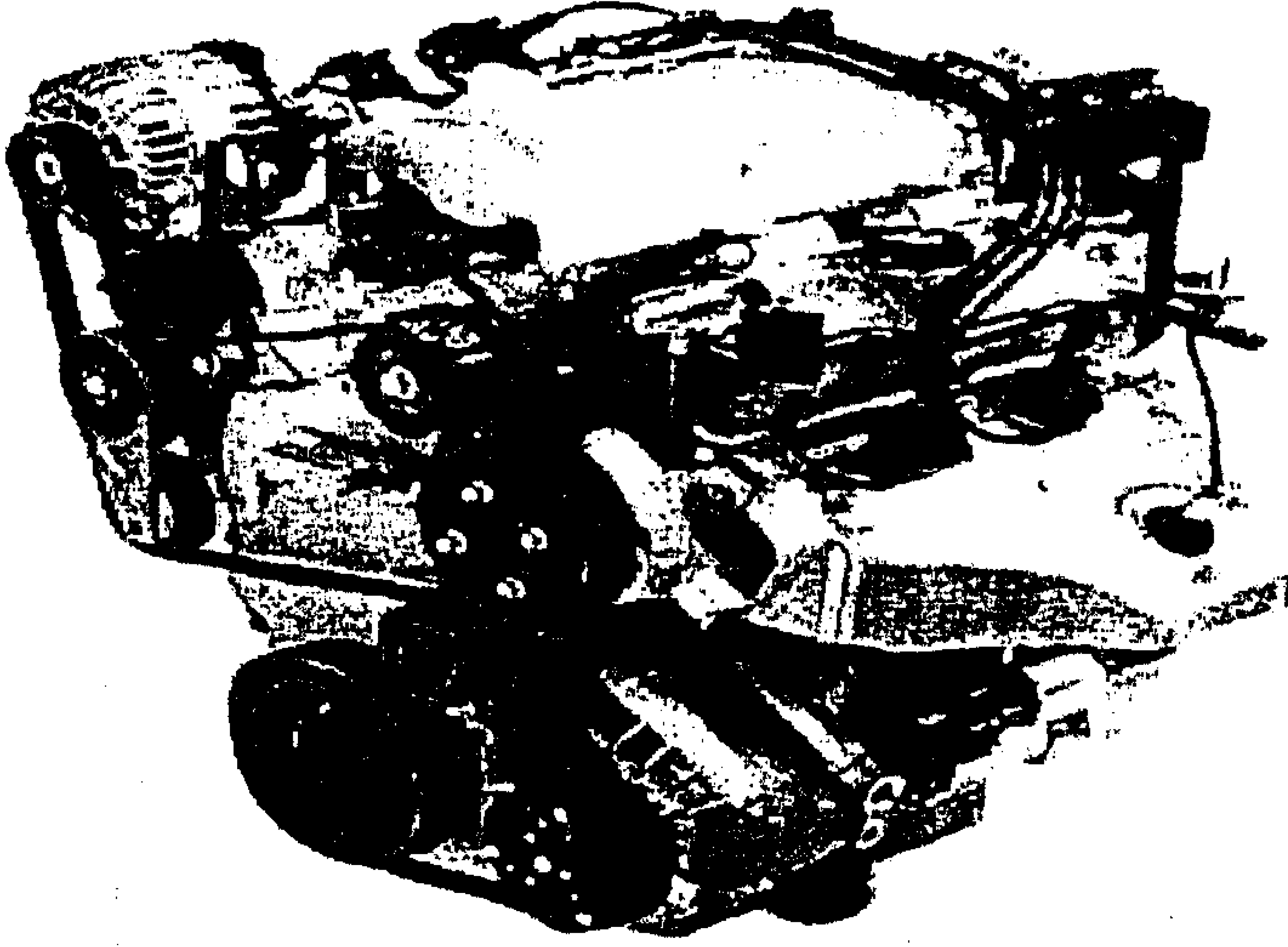
تخطيطى للسيارة ذات الدفع الخلفي



Front Wheel Drive Layout

تخطيطي للسيارة ذات الدفع الأمامي

أنواع المحركات

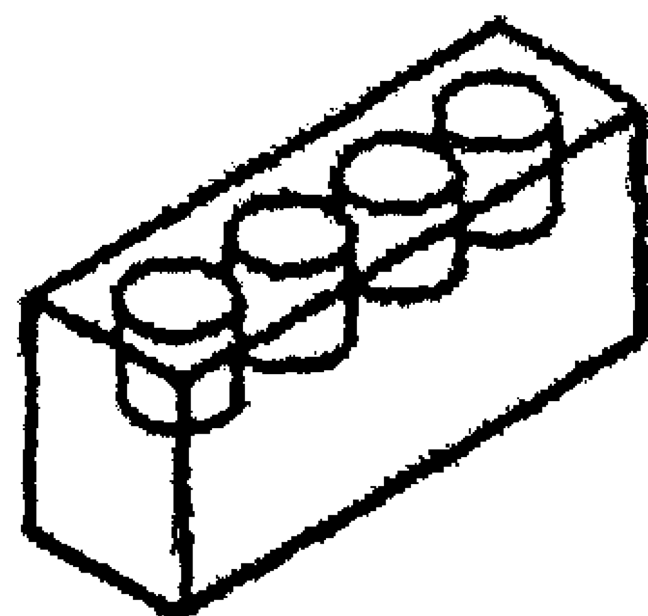


معظم المحركات التى تعمل على السيارات الصغيرة و الملاكى (الخاصة) هى محركات احتراق داخلى تتبع نظام الدورة الرباعية Four –stroke و فى الغالب تعمل بوقود البنزين و هو ما ينصب عليه هذا الشرح أما محرك الديزل فهو مشابه فى تركيبه لمحرك البنزين و قد بدأ ينتشر على السيارات الخاصة مع نظم حقن متطورة قد نتعرض لها فيما بعد .

وعموما توجد أنواع متعددة من المحركات ذات الاحتراق الدخلى والتى تعرف إما بعدد الاسطوانات التى تحتويها أو الطريقة التى توضع (ترتب) بها هذه الاسطوانات .

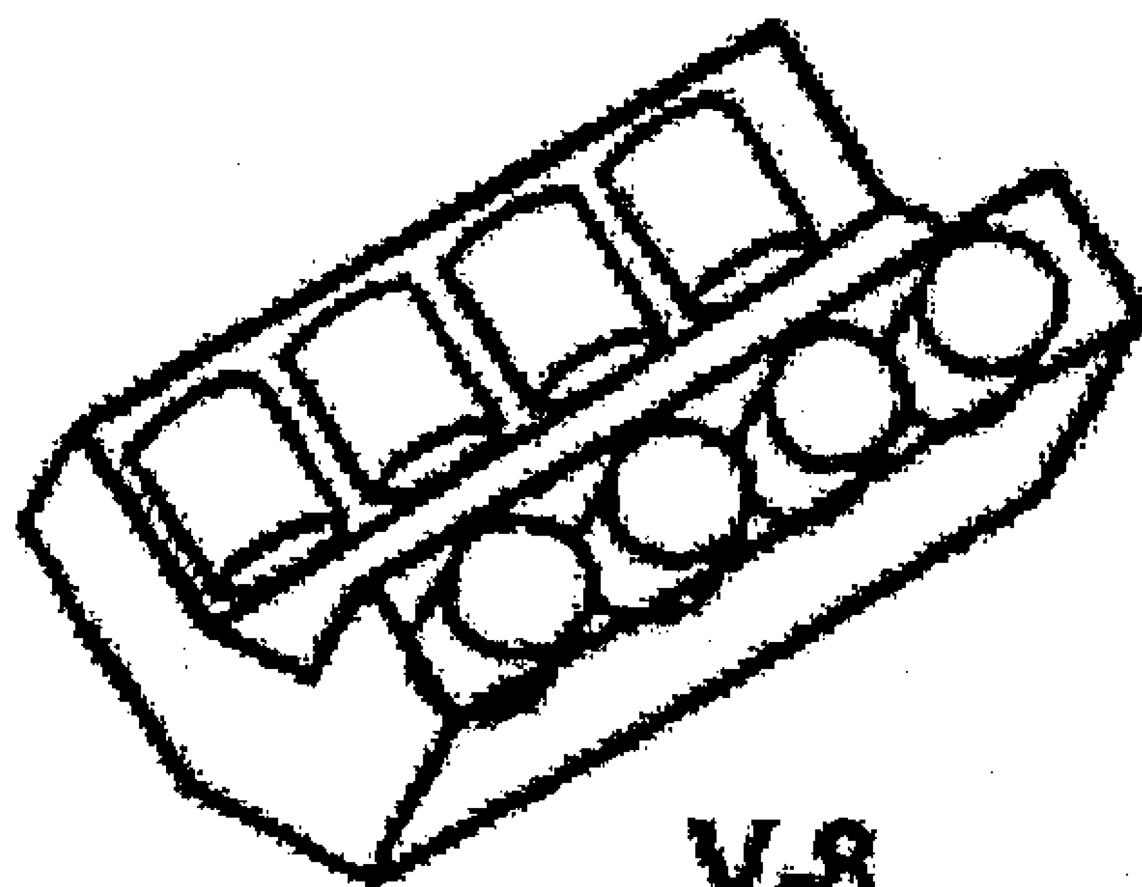
و بالنسبة لعدد الاسطوانات فقد يحتوى المحرك على اسطوانتين للمحركات ذات السعه فى حدود ٧٠٠ سم مكعب وتصل إلى ١٢ إسطوانه لمحركات زات سعه تصل لأكثر من ٥،٢ لتر و تتخذ أشكال عديدة غند ترتيبها و إن كان أكثر الأنواع الشائعة

هى المحرك الرأسى ذو صف الاسطوانات In - Line و الذى يستخدم علـى نطـاق واسع فى المحركات حتى ٦ إسطوانات . كما بالشكل.

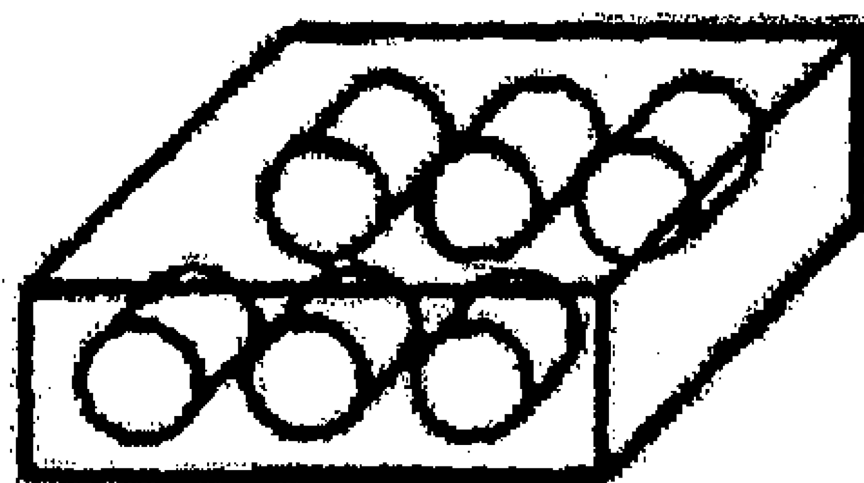


المحرك الرأسى ذو صف الاسطوانات

بينما تستخدم الترتيبة على شكل حرف V للمحركات بدءاً من ٨ إسـطوانات فاكثر كما بالشكل .



كما يوجد شكل أخر من أشكال الترتيب و هى المحرك المسطح Flat ومـن أشهر أستخداماته على محرك السيارة فولكس فاجن الخنفساء V W beetles حيث ترتب الاسطوانات فى وضع أفقى و توضع كل اسطوانتين متقابلتين أو كـل ثـلاث اسطوانات كما بالشكل .

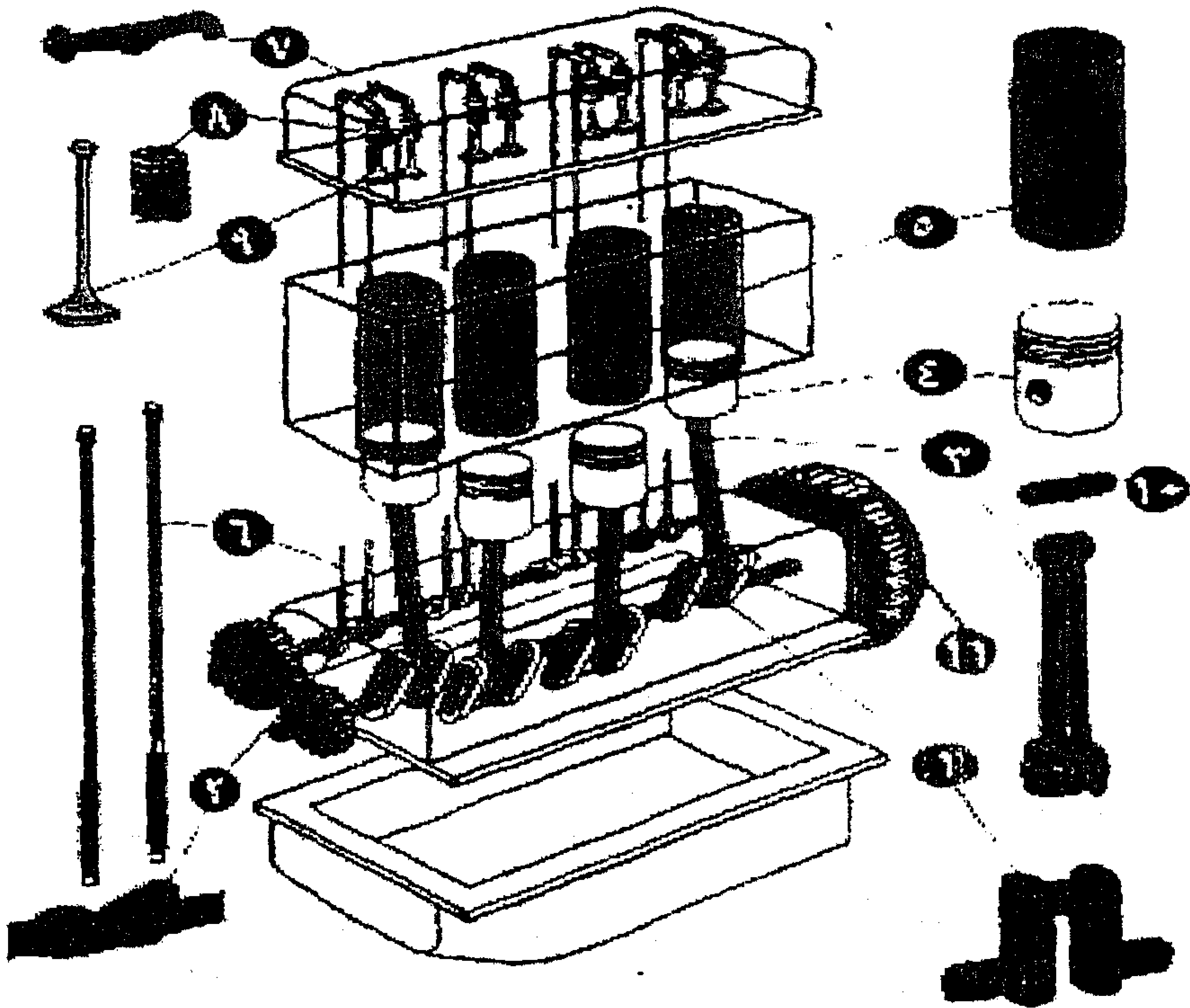


المحرك المسطح

كيفية عمل المحرك

عند إحتراق الوقود داخل المحرك تتحول الطاقة الكيميائية المختزنـــة بـــالوقود مباشرة إلى طاقة حركية . ففى أثناء عملية الإحتراق تتكون الغازات التى تأخــذ فـــى التمدد فى كل إتجاه مسببة ضغط عالى . ويستفاد من هذا الضغط العالى ميكانيكياً فى تحريك الأجزاء والمكونات المختلفة للمحرك .

والشكل التالى يوضح المكونات الرئيسية لمحرك بنزين (رباعى الأشواط) :



١ - عمود المرفق (الكرنك).
٢- عمود الكامات .
٣- ذراع التوصيل .
٤- الكباس .
٥- بطانة الأسطوانة .
٦- ساق الدفع .
٧- الذراع المتأرجحة .
٨- ياى الصمام .
٩ - الصمام .
١٠- بنز الكباس .
١١-الحدافة .

طريقة العمل :

يختلط الوقود السائل بالهواء ويذررجزئياً فى المغذى (الكاربراتير)، فى معظم محركات البنزين، ثم يسحب هذا الخليط إلي الإسطوانات – نتيجة لتحرك الكباسات إلى أسفل – حيث يشتعل داخلها بواسطة شمعات الإشعال (البوجيهات).

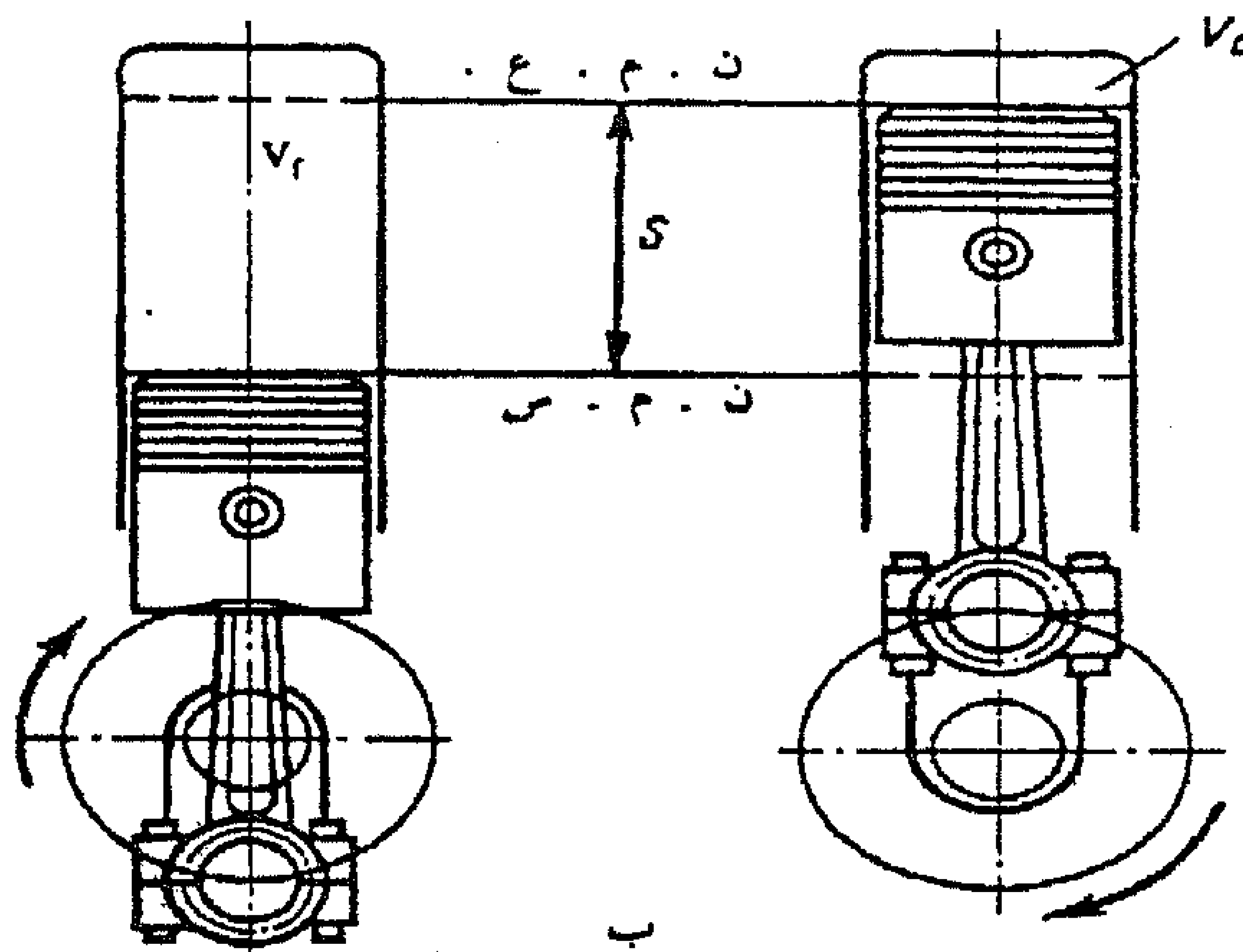
حيث ينزلق كل كباس داخل إسطوانته نتيجة دفع الغازات الناتجة عن عملية الإحتراق، فيضغط هو بالتالى على عمود المرفق (الكرنك) ناقلاً إليه الحركة عن طريق ذراع التوصيل وبذلك تتحول الحركة الترددية للكباس إلى حركة دورانية عند عمود المرفق . وتزود الكباسات بحلقات (شنابر) لزيادة الإحكام بين الكباسات وبين جدران الأسطوانات، ومنع إلتصاقها ببعضها البعض . وتتصل النهاية الصغرى لذراع التوصيل بالكباس بواسطة بنز الكباس الذى يمكنها من الحركة الدائرية.

وتركب الحدافة فى مؤخرة عمود المرفق ، وهى تعمل على استمرار دوران المحرك عندما لا تكون هناك قدرة ناتجة عن المحرك في بعض فترات تشغيله، كما أنها تجهز بترس مسنن للتعشيق بالترس الصغير (البنيون) الخاص ببادئ الحركة (المارش) . ويطلق على مجموعة الكباس وبنز الكباس وذراع التوصيل وعمود المرفق والحدافة ، اسم مجموعة عمود المرفق .

ويتم التحكم فى دخول خليط الوقود والهواء إلى الأسطوانات وخروج الغازات المحترقة منها بوساطة الصمامات ، وتتحرك الصمامات عن طريق عمود الكامات (الحدبات) الموجود عادة فى كتلة الاسطوانات أو أعلى رأس الاسطوانات .وتسمي الصمامات وعمود الكامات ووسيلة إدارته ما يعرف باسم مجموعة التحكم فى المحرك.

ويغلق قاع علبة المرفق بحوض الزيت (الكارتير) الذى يعمل فى الوقت نفسه على الاحتفاظ بالزيت اللازم للتزييت . ويتصل هذا الحوض بعلبة المرفق إتصالاً محكماً يكفل عدم تسرب الزيت من سطح الاتصال .

ويطلق على أعلى موضع للكباس فى الأسطوانة اسم النقطة الميتة العليا ، بينما يعرف أدنى موضع له باسم النقطة الميتة السفلى ، والمسافة المقطوعة بين هذين الموضعين هو شوط الكباس (المشوار) . ويسمى الحجم المزاح فى هذا الشوط باسم إزاحة الكباس (الإزاحة).



S- المشوار (الشوط) .

ن.م.ع.- النقطة الميتة العليا .

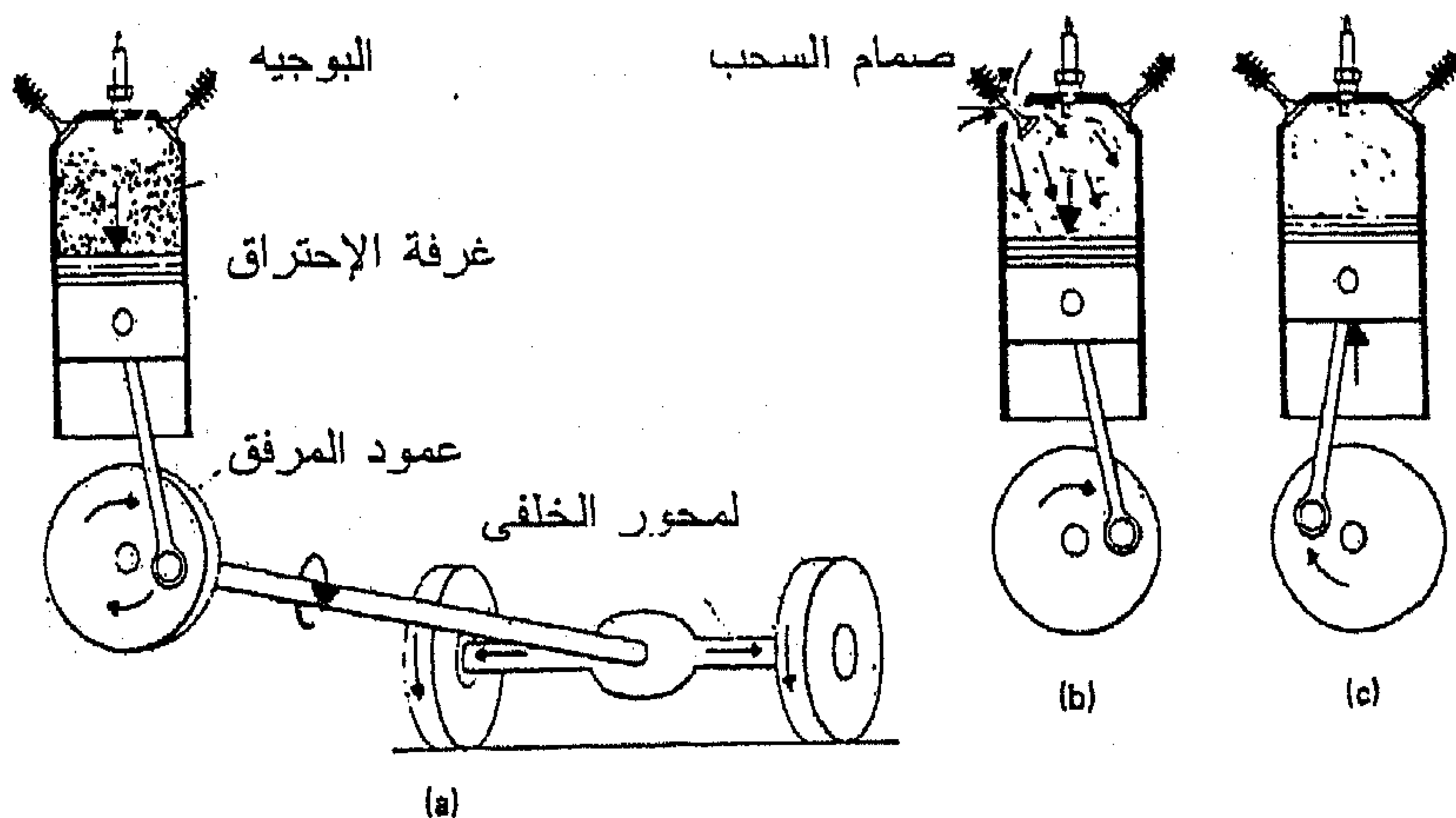
ن.م.س - النقطة الميتة السفلى .

vc- حيز الإنضغاط .

vs- سعة الأسطوانة .

والشوط هو حركة الكباس مرة واحدة من إحدى النقطتين الميتتين إلى النقطة الميتة الأخرى . أما حيز الإنضغاط فهو الحيز المحصور بين الكباس وهو فى النقطة الميتة العليا وبين رأس الأسطوانة .

وفى حيز الإنضغاط ينضغط خليط الوقود والهواء عندما يتحرك الكباس إلى أعلى ، ثم يشتعل بالشرارة الكهربية .وفى كل شوط يدورعمود المرفق بمقدار نصف لفة . وتتم الدورة الكاملةالأشواط الأربعة التالية :

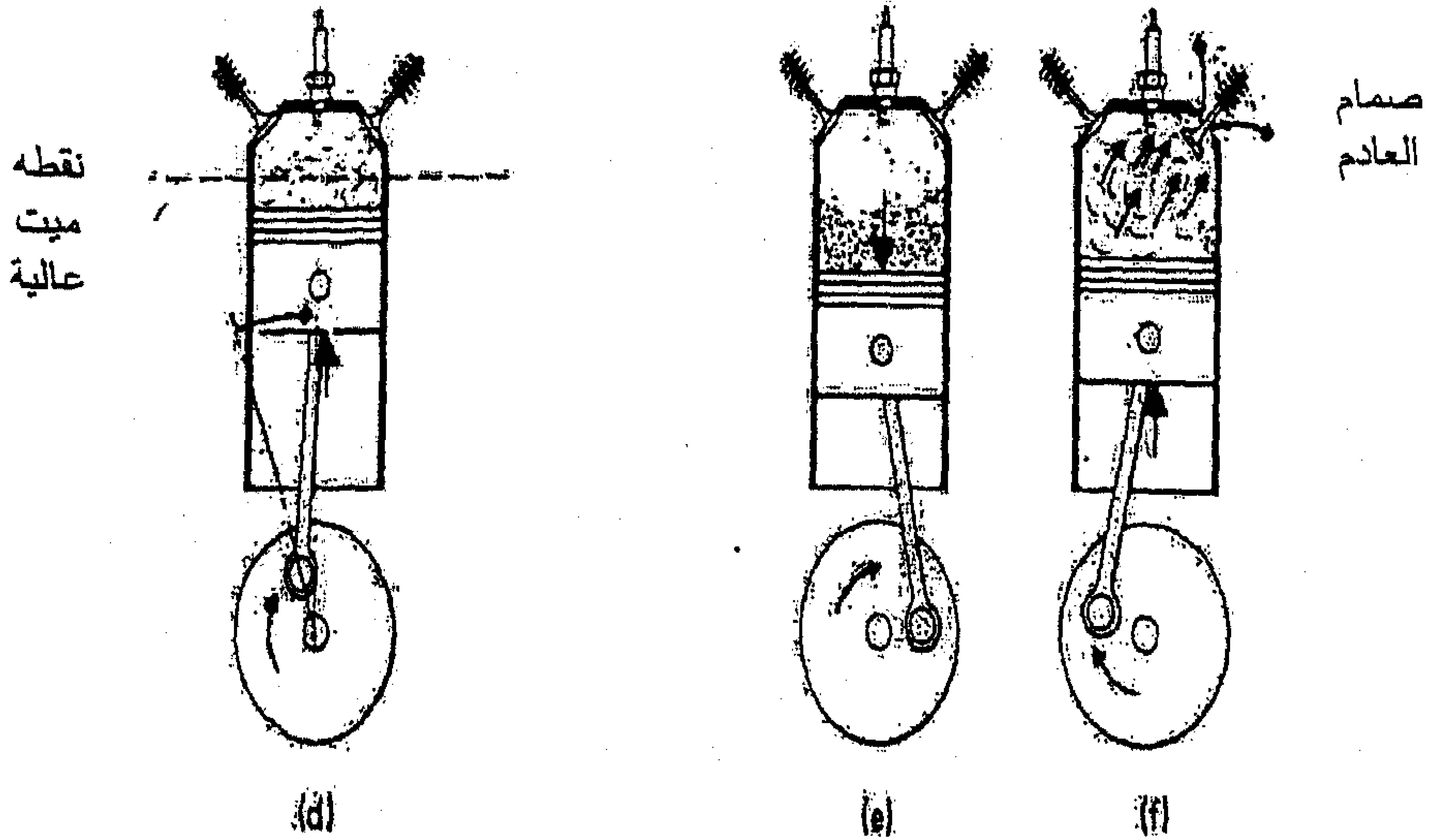


شوط السحب: intake stroke

يسحب الكباس معه – فى أثناء تحركه إلى أسفل – خليط الوقود والهواء عن طريق صمام السحب المفتوح . فى حين يكون صمام العادم مغلقاً ، ويغلق صمام السحب بعد وصول الكباس إلى النقطة الميتة السفلى بفترة زمنية صغيرة جداً، وبذلك ينتهى الشوط الأول .وفى هذه الحالة يكون عمود المرفق قد أتم نصف لفة .

شوط الإنضغاط: compression stroke

عندما يتحرك المكبس إلى أعلى للوصول إلى النقطة الميتة العليا ينضغط خليط الوقود. والهواء، فى حين يكون الصمامان مغلقين ، وعندئذ يكون عمود المرفق قد أتم لفة كاملة .



شوط القدرة: power stroke

قبل لحظات من وصول الكباس إلى النقطة الميتة العليا يتم الإشعال بواسطة شمعة الإشعال(البوجيه)، فيحترق الخليط المنضغط ، وتتمدد الغازات بفعل الضغط والحرارة الناتجة من الاحتراق ، فتدفع الكباس إلى أسفل ، بينما يظل الصمامان مغلقين . وحينئذ يكون عمود المرفق قد دار بمقدار لفة ونصف لفة .

شوط العادم :exhaust stroke

بعد نهاية شوط القدرة يتحرك الكباس إلى أعلى في اتجاه النقطة الميتة العليا ، دافعا أمامه الغازات المحترقة لطردها خارج الأسطوانة عن طريق صمام العادم المفتوح .

وبعد وصول الكباس إلى النقطة الميتة العليا بفترة وجيزة يغلق صمام العادم ، ويفتح قبل ذلك بقليل صمام السحب ، وفى هذه الحالة يكون عمود المرفق قد أتم لفتين كاملتين، وبعد ذلك تبدأ الدورة التالية .

ولتحقيق أقصى إستفادة ممكنة من الوقود ، وللحصول على أحسن أداء ، ولكفالة الأداء الجيد للمحرك (حتى في السرعات العالية) ينبغى فى شوط السحب أن يكون صمام السحب مفتوحاً جزئياً قبل أن يبدأ الكباس فى التحرك إلى أسفل .

ومن الضرورى إجراء ذلك لضمان ملء الأسطوانة بالكامل من الخليط الجديد دون أن تعترض طريقه أى عوائق أو إختناقات – حتى عند أقصى سرعة للكباس .

كما أن للوصول إلى أداء جيد للمحرك عند السرعات العالية ، يلزم إدخال أكبر شحنة من الخليط فى الأسطوانة ، ولذلك يظل صمام السحب مفتوحاً عدة لحظات بعد وصول الكباس إلى النقطة الميتة السفلى ، أى حتى عند بداية حركة الكباس إلى أعلى، لضمان ملء الأسطوانة بأقصى شحنة ممكنة من خليط الوقود والهواء الذى يتجه دائماً إلى أعلى نتيجة طاقته الحركية .

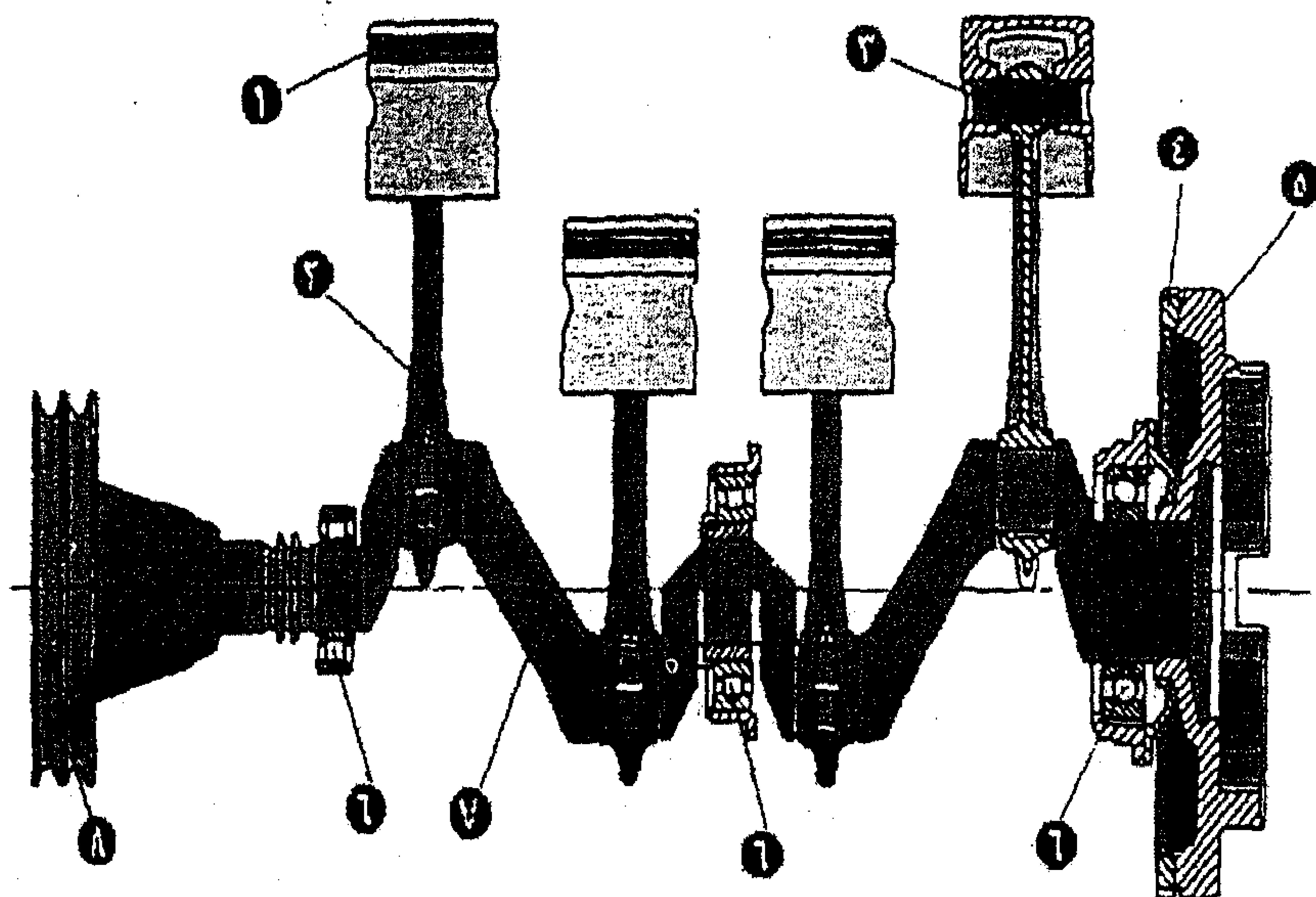
ويحدث بالمثل فى نهاية شوط العادم ، فيفتح صمام العادم جزئياً قبل نهاية شوط القدرة ، أى قبل وصول الكباس إلى النقطة الميتة السفلى ، ليسمح للغازات التى ما زالت تحت ضغط ، بالخروج بسرعة والهرب من صمام العادم . ونتيجة لذلك يدفع الكباس الغازات المحترقة بأدنى ضغط وبدون مقاومة كبيرة والذى يعتبر فقداً فى القدرة .

وللتخلص من الغازات المتبقية بعد إتمام شوط العادم يظل صمام العادم مفتوحاً بعد أن يترك الكباس موضع النقطة الميتة العليا ، أى فى الوقت نفسه الذى يكون فيه صمام السحب مفتوحاً .

وبذلك يتم كسح حيز الإحتراق بأقل فقد ممكن فى خليط الوقود والهواء الجديد المعد للإحتراق.

مجموعة عمود المرفق (الكرنك)

تتكون مجموعة عمود المرفق من :



١- الكباسات بحلقاتها .

٢- ذراع التوصيل.

٣- بنز الكباس .

٤- ترس الحدافة.

٥- الحدافة.

٦- كرسي عمود المرفق .

٧- عمود المرفق .

٨- طنبورة السير .

ويعمل عمود المرفق على تحويل الحركة الترددية للكباسات – إلــى أعلــى و أسفل – إلى حركة دورانية . وتوضع الحدافة على مؤخرة عمود المرفق، والغــرض منها موازنة الصدمات الناتجة عن الإنعكاسات المستمرة لحركة الكباســات ، لتتــيح للمحرك سلامة وانتظام دورانه. وإلى جانب ذلك فهى تعمل على التغلب على الــنقط الميتة للكباسات ، كما يركب عليها الطوق المسنن (ترس الحدافة) المستخدم للتعــشيق مع الترس البنيون الصغير الخاص ببادئ الحركة (المارش) .

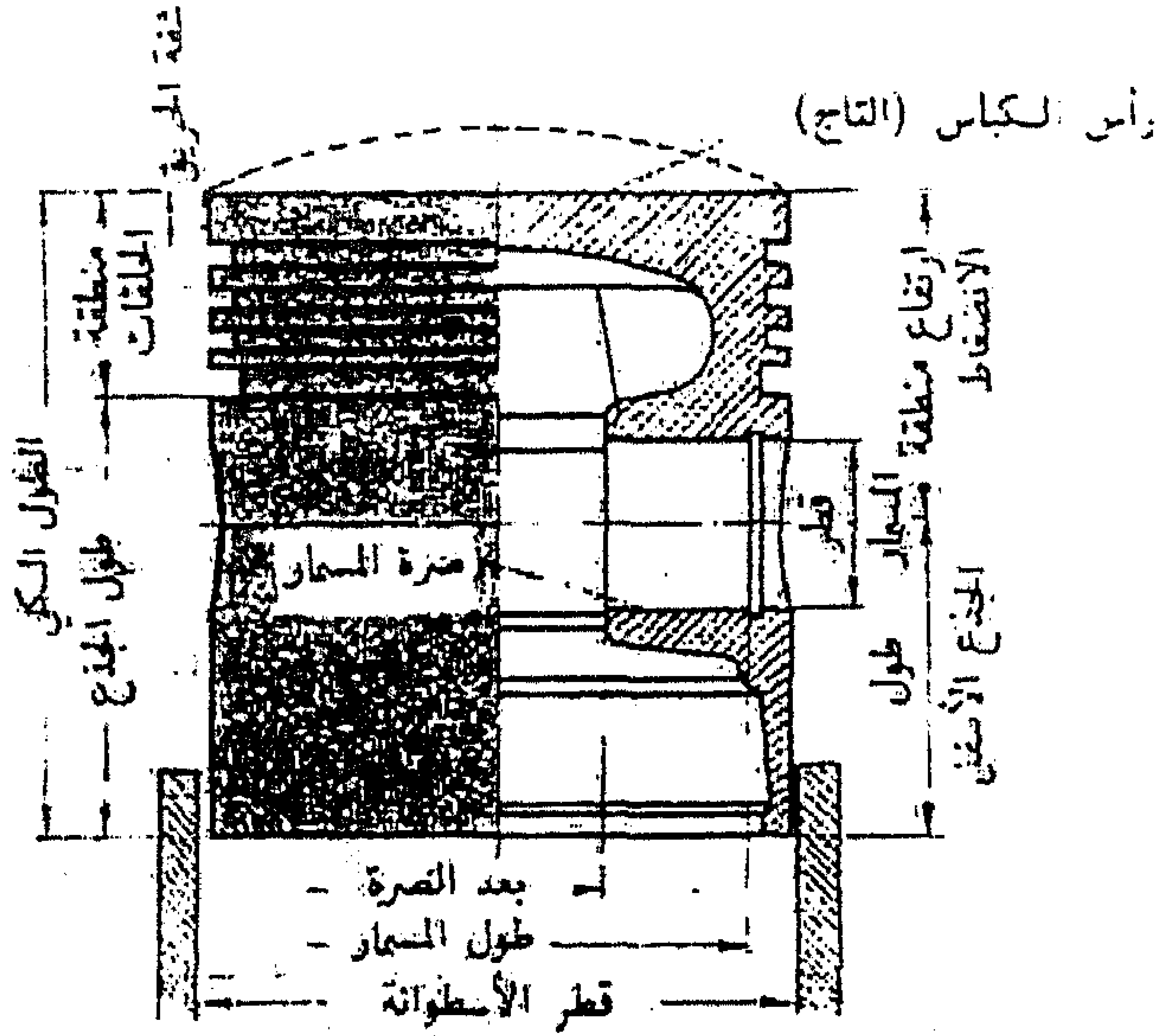
وتستند النهاية الكبرى لذراع التوصيل على محور عمود المرفق، بينما تتــصل نهايته الصغرى ببنز الكباس .والنهاية الكبرى لذراع التوصيل مقسمة إلــى جــزئين ، متصلين ببعضها البعض بمسمارين ، حتى يمكن تركيبها وربطها حول نصفى ســبيكة كرسى التحميل الموجودين على محور المرفق .

المكبس The piston

يتعرض المكبس إلى مجموعة من الإجهادات العاليــة ناتجــه عــن ضــغط الاحتراق وعن الحرارة العالية التى تبلغ عند مركز السطح نحو ٤٠٠ درجــة مئويــة بالإضافة إلى الاحتكاك مع جدران الاسطوانة، ولذلك يصنع من سبائك الألومنيوم التى تصنع بالكبس ولا يستخدم الحديد الزهر نظراً لزيادة وزنه مقارنة بالألومنيوم.

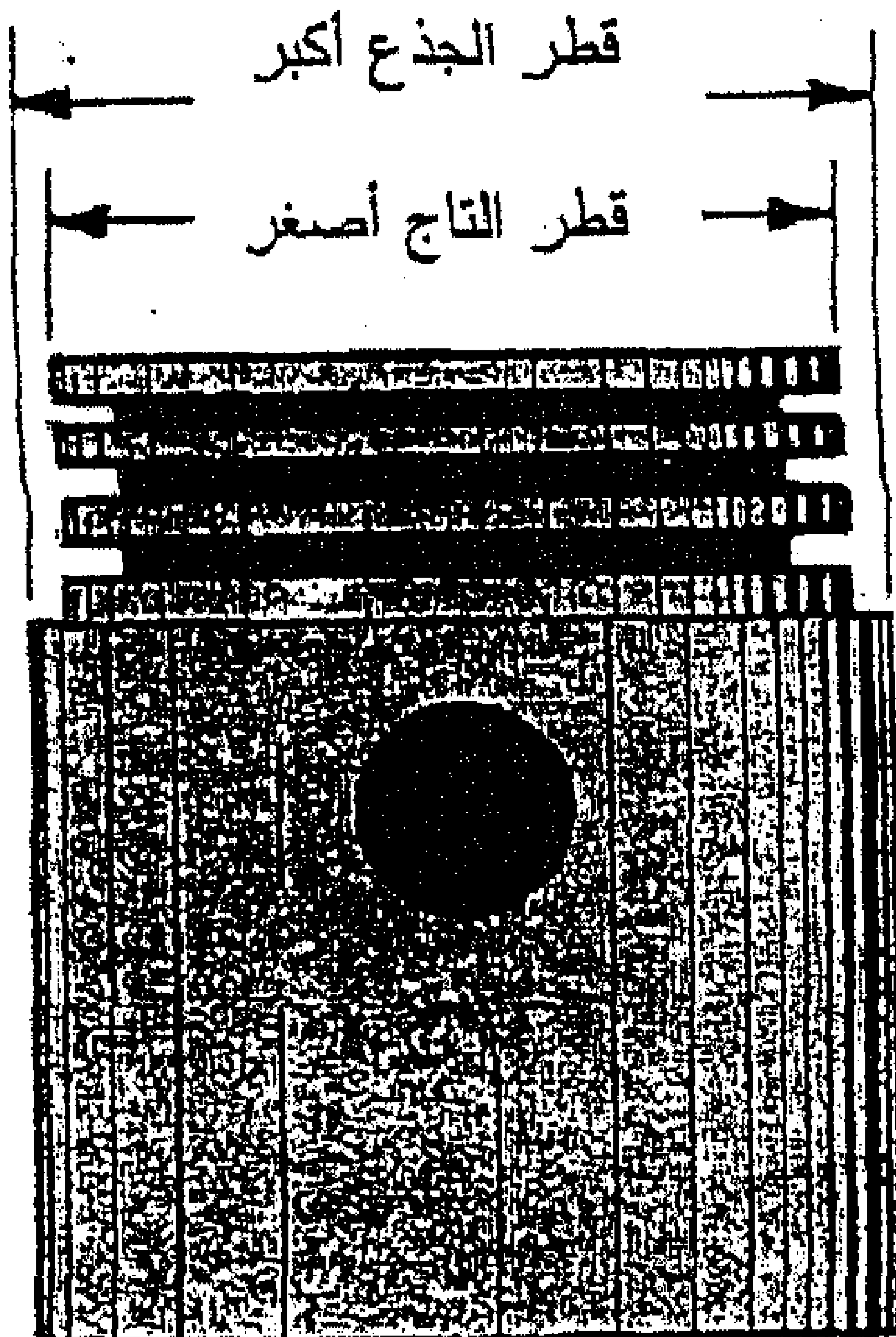
والسبائك المستخدمة هى سبائك الالومنيوم مع السيلكون أو سبائك الألومنيــوم والنحاس كما يطلي السطح الخارجي بطبقة من الرصاص الذى يتميز بارتفاع درجــة حرارة انصهاره وتبلغ نحو ٣٢٧ درجة مئوية وفى محركات الديزل تستخدم طبقة من الجرافيت بسمك ٠,٠٣ ملليمتر.

أجزاء المكبس :



كما بالشكل يتكون من تاج المكبس (السطح العلوي) ومنطقة الحلقات والجذع وصرة بنز المكبس . وفى المحركات الثنائية يعتمد شكل سطح المكبس على طريقة كسح نواتج الاحتراق (كسح غازات العادم بواسطة جزء من الشحنة الداخلة).

خلوص المكبس Piston Clearance:



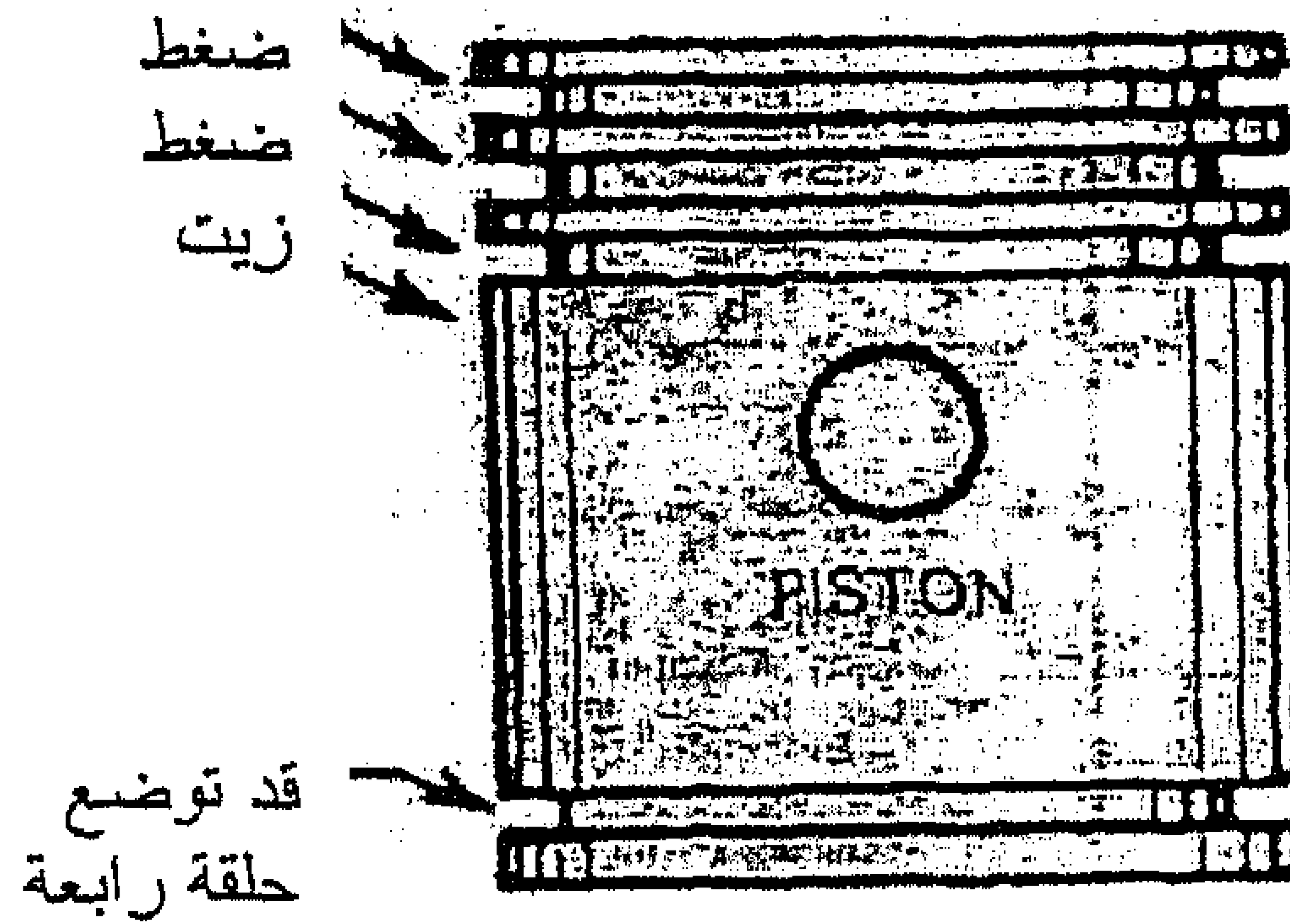
تتوقف درجة حرارة المكبس على طريقة تشغيل المحرك ونوع التبريد وكما ذكر من قبل فإن درجة حرارة مركز سطح المركز فى المحرك قد تتجاوز ٤٠٠ درجة مئوية وتصل درجة الحرارة عند الجذع ١٢٠درجة مئوية وينشا عن هذا الاختلاف فى درجات الحرارة اختلاف كبير فى مقدار التمدد الحراري لرأس المكبس عن جزءه ويؤدي التجمع الكبير للمعدن عند رأس المكبس إلى تمدد حراري

أكبر فى المنطقة وفى اتجاه صرة بنز المكبس ولذلك فإن قطر المكبس عند التاج دائما يكون أقل من قطر الجذع انظر الشكل.

ويراعي تركيب المكبس بخلوص يناظر فرق التمدد الحراري بـين المكـبس والاسطوانة والتى تتمدد بقدر أقل من تمدد المكبس .

حلقات المكبس (الشنابر) Piston Rings

تعمل هذه الحلقات على منع تسرب غازات الاحتراق إلى علبة المرفق وكذلك منع وصول زيت التزييت لغرفة الاحتراق بالإضافة إلى تقليل أسطح احتكاك المكبس مع الاسطوانة وتسريب حرارة المكبس خلالها.



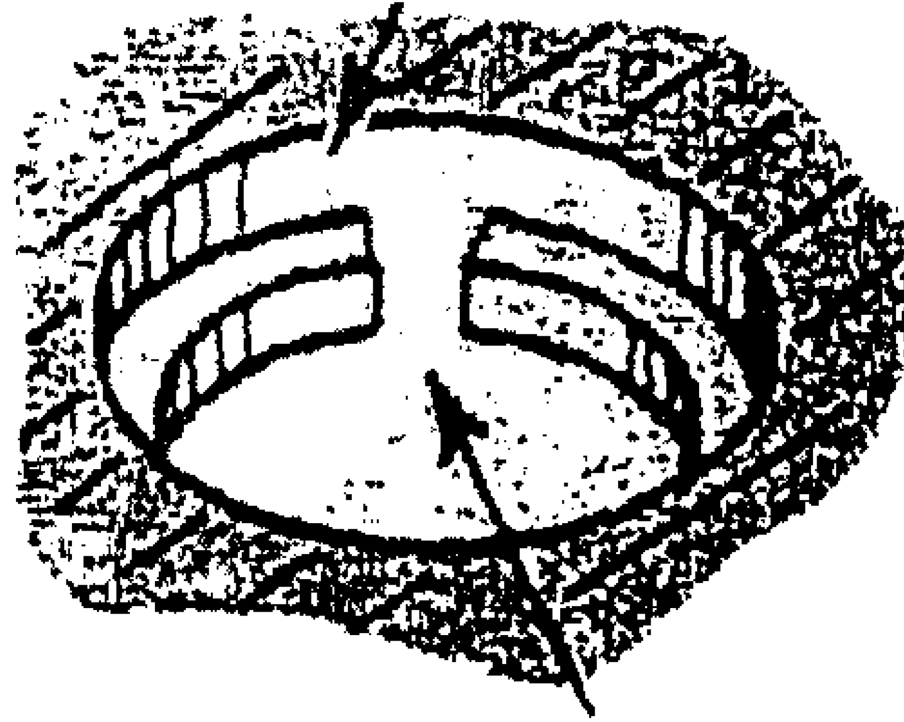
وتنقسم أنواع هذه الحلقات إلى نوعين :

١. حلقات إحكام الضغط Compression Rings

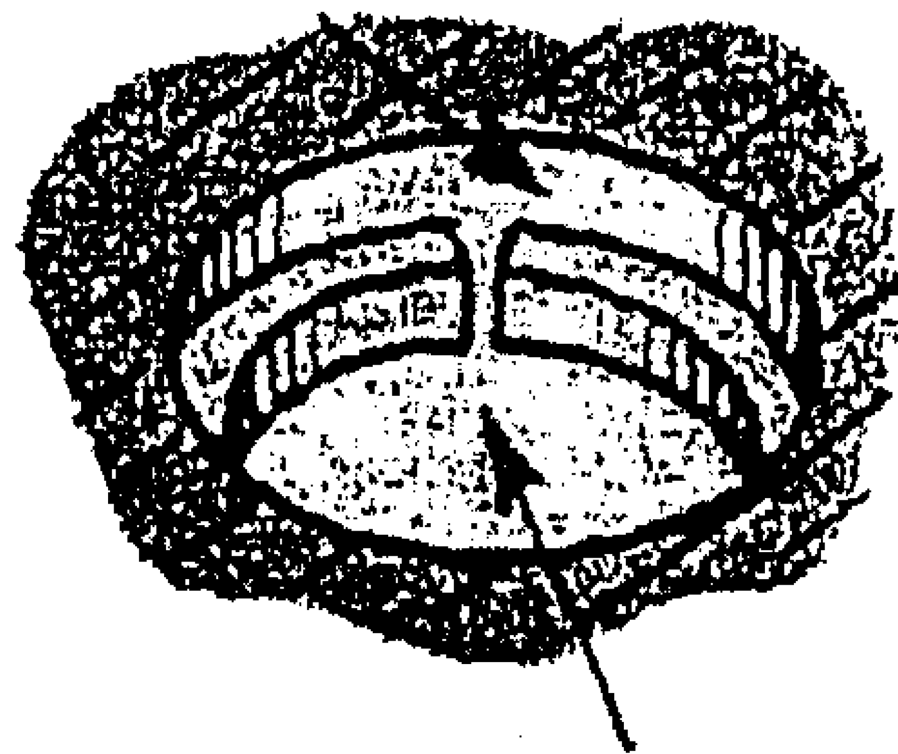
يتميز هذا النوع والذى يركب فى المجري العلـوي الأول والثـاني للمكـبس بمعالجة حرارية عالية حيث يضاف إليه النيكل كروم الذى يتحمل درجـات الحـرارة العالية وتركب فى محركات البنزين حلقتي ضغط وحلقة تزييت واحدة أما فى محركات الديزل فقد تستخدم إلى جانب حلقتي الضغط حلقتين من حلقات التزييت وخاصة فـى المحركات الكبيرة حيث تركب حلقة أعلا بنز المكبس والأخري تحتها. ولكل حلقة من

الحلقات خلوص طرفي يزداد كلما زاد قطر المكبس لاحظ مقدار الخلوص الطرفي الشكل .

الحلقات داخل الإسطوانة



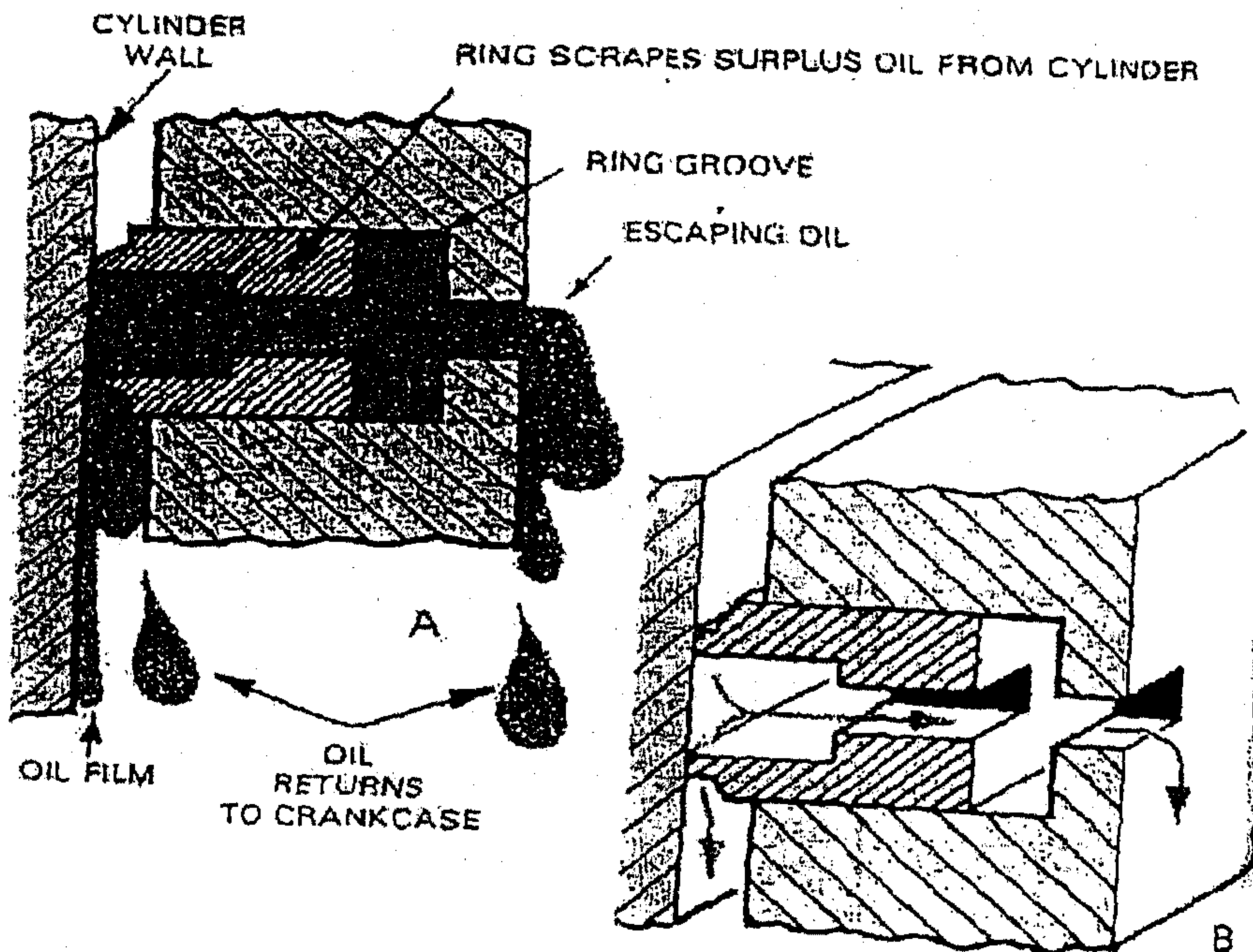
الثغرة والمحرك ساخن



الثغرة والمحرك ساخن

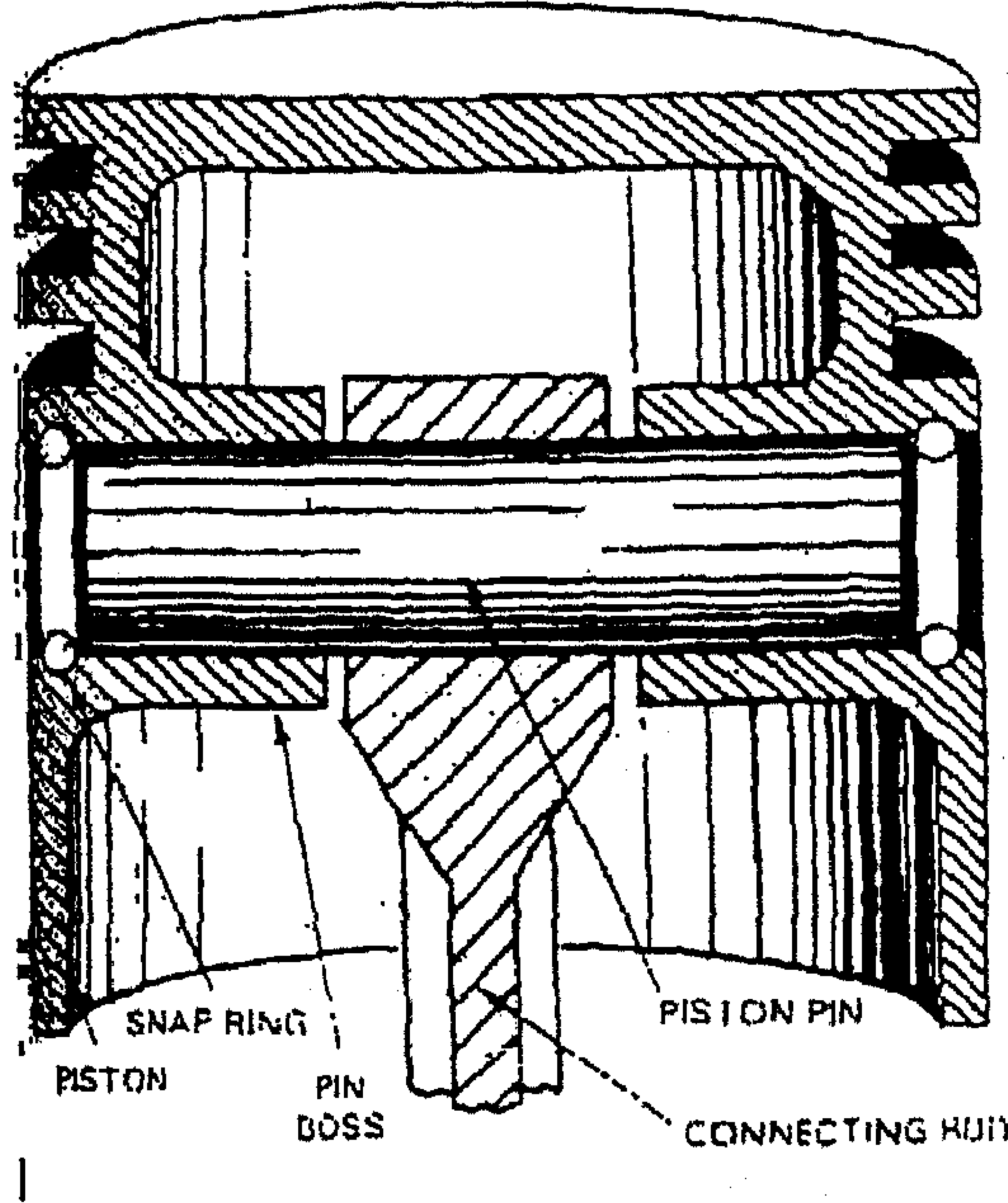
٢. حلقات التزييت Oil Rings:

تقوم بكسح زيت التزييت الزائد من على جدران الاسطوانة وتمنع تسربه إلى داخل غرفة الاحتراق حيث يجمع خلال مجاري وثقوب الحلقات ويعود إلى حوض الزيت من خلال ثقوب في مجري حلقات التزييت بالمكبس لاحظ الشكل .



بنز المكبس Piston pins

يقوم البنز بنقل القوة الناتجه عن ضغط الاحتراق على سطح المكبس إلى ذراع التوصيل ويتعرض لاجهاد شد وقص وحنى ويصنع من الصلب الصلد ويركب البنز في صرة المكبس بخلوص حر ويمنع من الحركة الطولية والخروج من موضعه بواسطة حلقتي إحكام نابضة مشقوقه تركب في تجويف في صرة المكبس كما بالشكل.



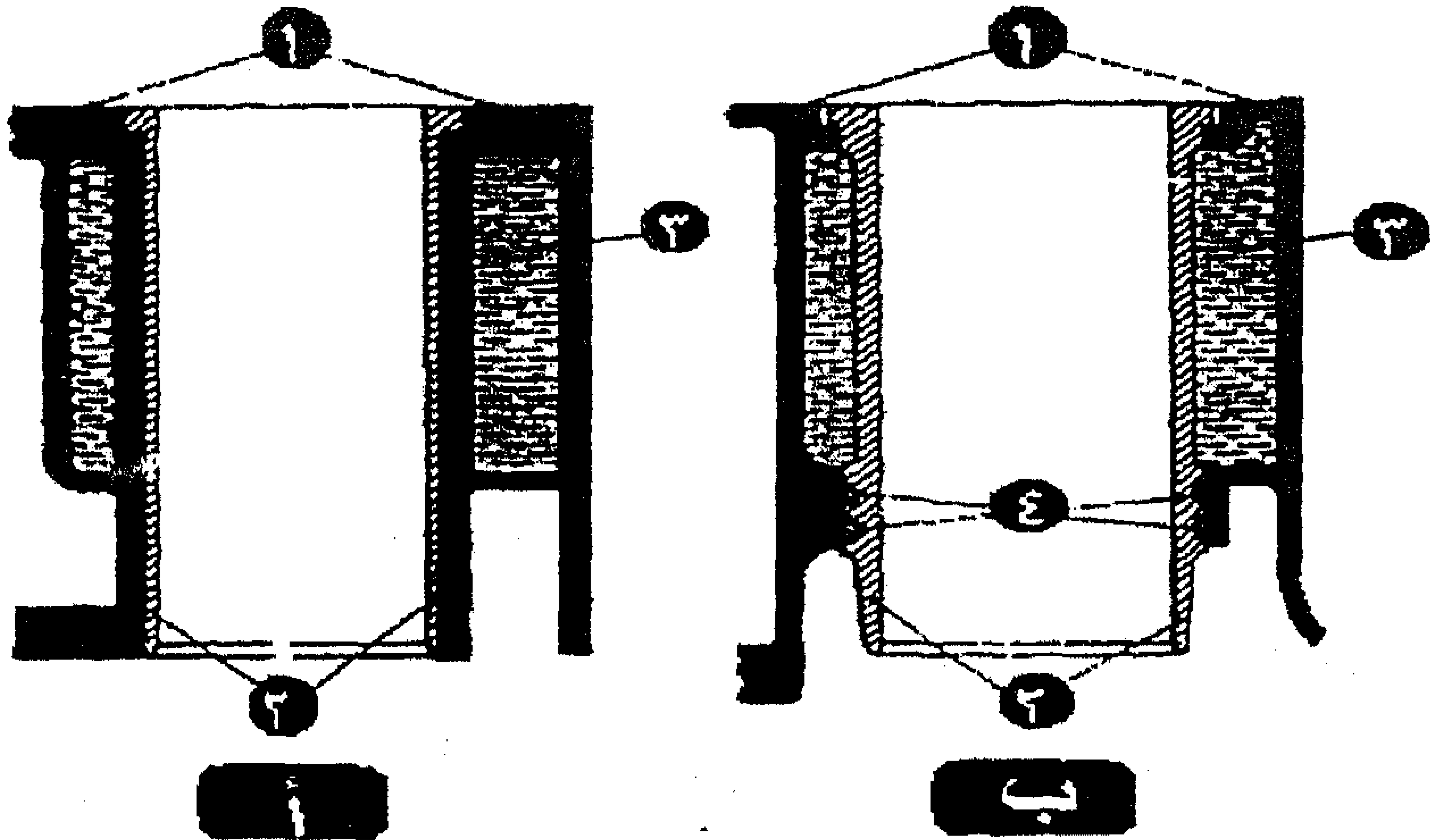
الأسطوانات ورأس الأسطوانات(وش السلندر)

تصنع الأسطوانات ورأس الأسطوانات (وش السلندر) إما من الحديد الزهر الرمادى أو من مسبوكات المعادن الخفيفة . وعادة ما يوجد حيز الإنضغاط برأس الأسطوانة لتسهيل التشغيل للأسطح الفعالة من الأسطوانة .

ولما كانت الأسطح الفعالة من الأسطوانات معرضة للتآكل فى أثناء العمل نتيجة لضغط الكباسات الجانبى ، لذلك ينبغى إعادة خراطة كتلة الأسطوانات من الداخل عند إجراء الإصلاح العام (العمرة العمومية) – أى أنه يتم توسيعها حسب درجة التآكل الحادث .

وعموماً فإنه يتم إعادة خرط الأسطوانة وصقلها ثلاث مرات من الداخل فقط نظراً لتناقص سمك جدار الأسطوانة بعد كل مرة . ولتفادى استبدال كتلة الأسطوانات بعد هذه المرات الثلاث تكبس بالأسطوانة بطائن (شميزات) تعمل بمثابة الأسطوانات الأصلية تماماً .

وقد أخذت التصميمات الحديثة بتركيب بطائن الأسطوانات من البداية ، وقد تكون هذه البطائن جافة يحيط بها غلاف (قميص) من الحديد الزهر الرمادى أو المعدن الخفيف ويلامسها بطول محيطها الكلى ، أو قد تكون مبتلة محكم رباطها من أعلى ومن أسفل فى حين تحيط مياه التبريد بمنطقتها الوسطى مباشرة .



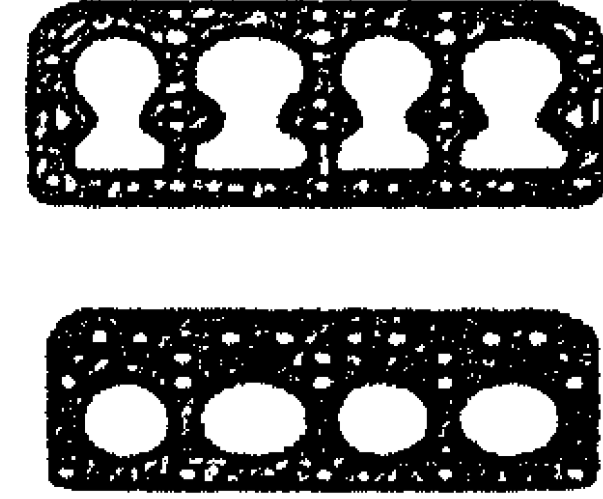
بطائن جافة . | بطائن مبتلة .

١- (كتلة) المحرك . ٢- البطانة (الشميز) .
٣- مياه التبريد . ٤- حاشية (جوان) .

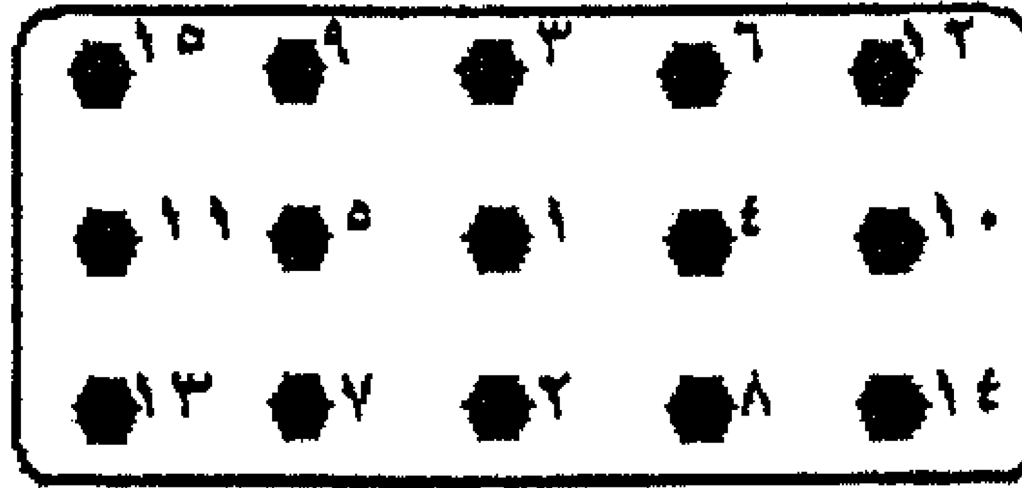
ويتطلب عند تجميع المحرك مراعاة النظافة التامة ، فقد يعمل الرايش أو الأتربة على سرعة إتلاف جدار الأسطوانة أو الكباس .

ويؤدى التشغيل السليم لمحرك السيارة إلى التقليل من تآكل الأسطوانات إلى أقل حد ممكن ويتم ذلك عن طريق الإلمام بكيفية التشغيل والضبط الصحيح للمغذى (الكربراتير)، علاوة على العناية الخاصة باستخدام أنسب أنواع الزيوت والوقود .

وفى أثناء فترة تليين المحرك ينبغى عدم تحميله بإجهادات زائدة . وبالإضافة إلى ذلك ، فإن التبريد له تأثير كبير على تآكل المحرك . وحتى يمكن تفادى السخونة الزائدة للمحرك فإنه ينبغى العناية بالمشع (الرادياتير) وعدم السماح بتكوين رواسب به .وعند ترك السيارة بدون عمل فترات طويلة ينبغى ملء حيز الاحتراق بالزيت حتى لا تصدأ الأسطوانات.



أشكال من حاشيات
رأس الأسطوانة



.ربط مسامير رأس الأسطوانات
بالترتيب المبين

وتوضع حشية (جوان) مصنوعة من الأسبستوس مع النحاس أو الأسبستوس مع الحديد (الصفيح) ، بين سطح كتلة الأسطوانات المجلخ بدقة وبين رأس الأسطوانات (وش السلندر) لإحكام ربطهما معاً ، ومنع التسرب من أى فتحة من الفتحات – مثل فتحات مياه التبريد وفتحات مسامير الرباط – وعزل حيز الإنضغاط عن بعضها البعض . وبعد استبدال حشية (جوان) جديدة بأخرى تالفة ، وبعد تركيب رأس الأسطوانة (وش السلندر) فى موضعه بعناية ، ينبغى إحكام رباط المسامير مرتين أو ثلاث مرات كلما قطعت السيارة مسافة ٦٠٠٠ كم لتفادى تسرب مياه التبريد من الحشية من أضيق أجزائها .

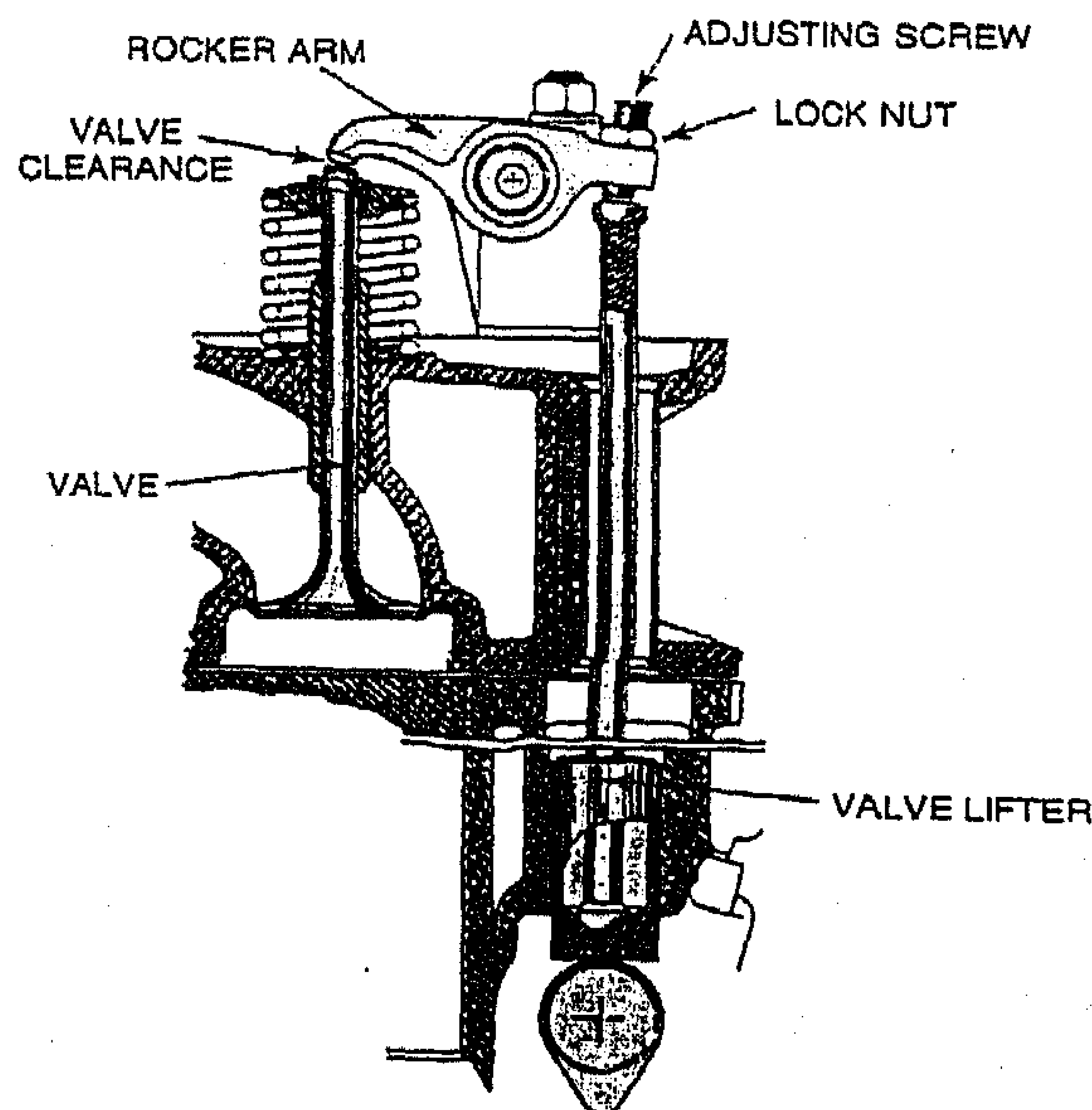
ويؤدى الاستمرار فى استخدام الحشية التالفة إلى دخول الغازات المحترقة فى الأسطوانات المجاورة ، وبدلاً من دخول خليط الوقود والهواء فقط (المتكون فى المغذى) إلى إحدى الأسطوانات فى أثناء شوط السحب ، مؤدية إلى تغيير النسبة الصحيحة للخلط ، وبالتالى التأثير إلى حد بعيد على عمل المحرك وعمر استخدامه . وعلاوة على ذلك يعجز الإنضغاط حينئذ عن الوصول إلى القيم المحددة له .

ويصبح الموقف أشد سوءاً عندما تتلف الحشية وتسمح بالتسرب إلى دورة التبريد ، حيث تتمكن مياه التبريد من الدخول إلى فراغات الأسطوانات فتتسبب في حدوث تلفيات خطيرة أو إتلاف كل المحرك.

ويمكن اكتشاف هذا العطل بظهور فقاعات في الماء الموجود بالمشع (الرادياتير) المملوء إلى نهايته عندما يكون المحرك دائراً بسرعة منخفضة.

وجدير بالملاحظة أن جميع تصميمات الحشيات ليست متماثلة وترتب فتحات التزييت الجبرى على جانب واحد فقط ، وخاصة في المحركات ذات الصمامات العلوية (الرأسية) . وحتى لا تعترض الحشيات سبيل هذه الفتحات فتعوق سريان الزيت ، ينبغى فحص كل حشية بعناية قبل تركيبها .

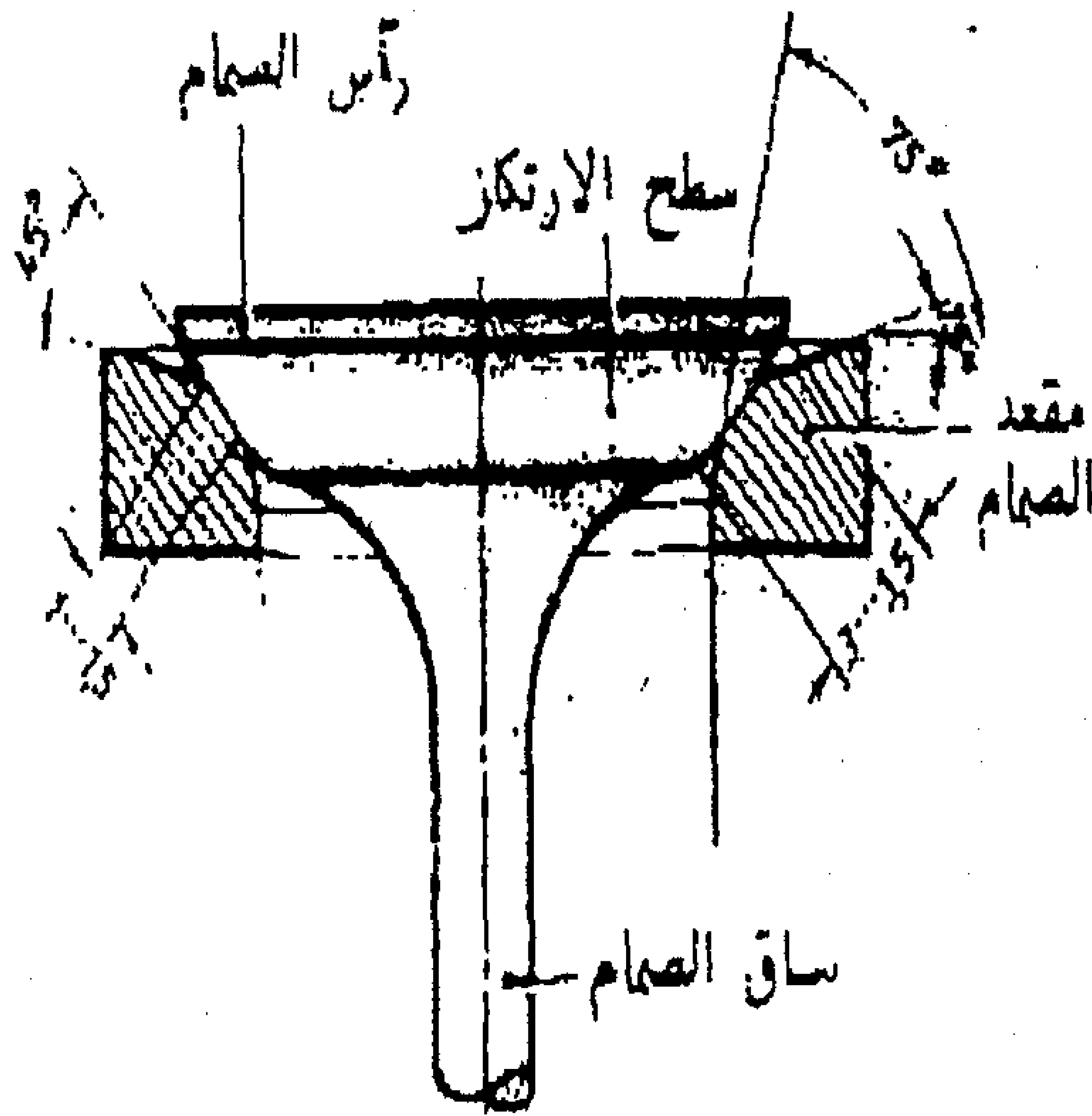
ألية توقيت الصمامات :

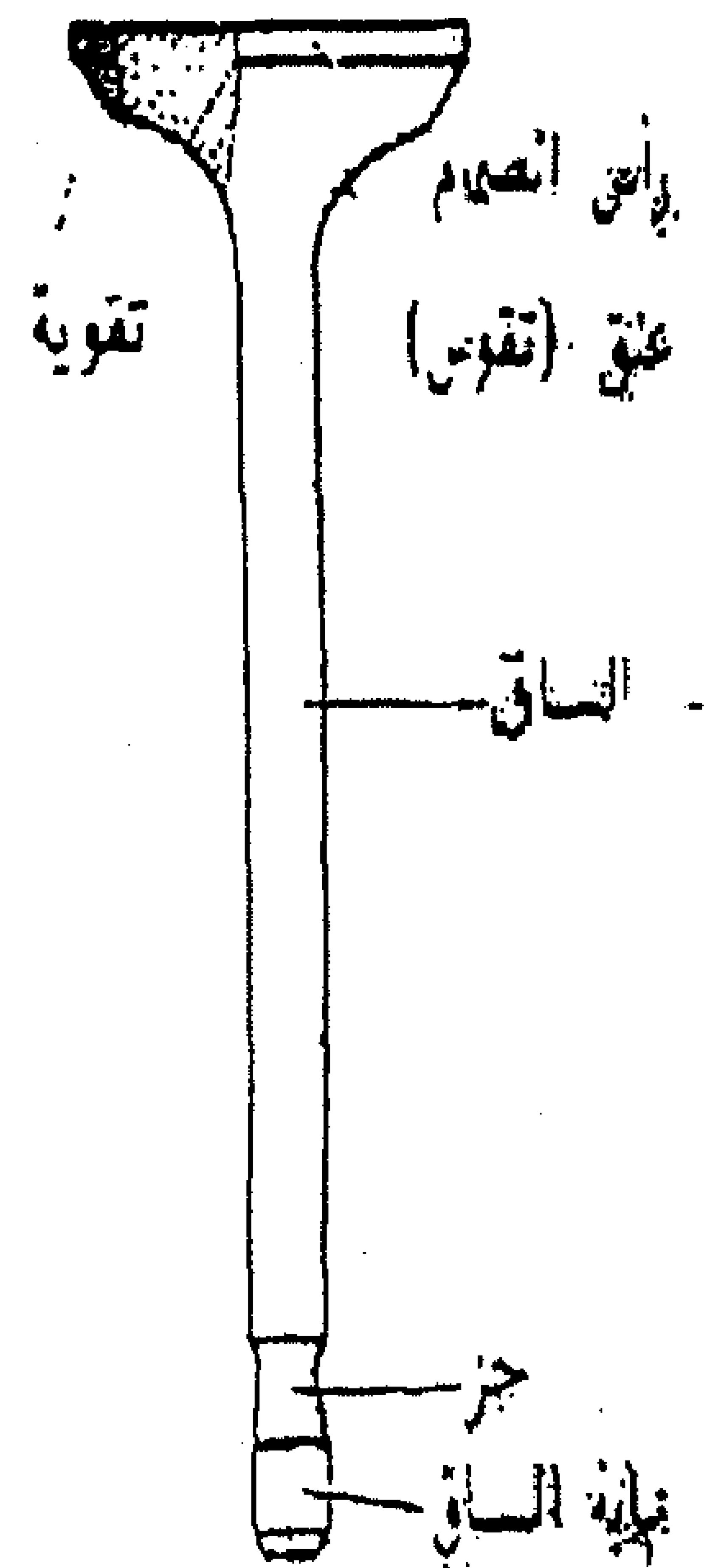


Cam shaft

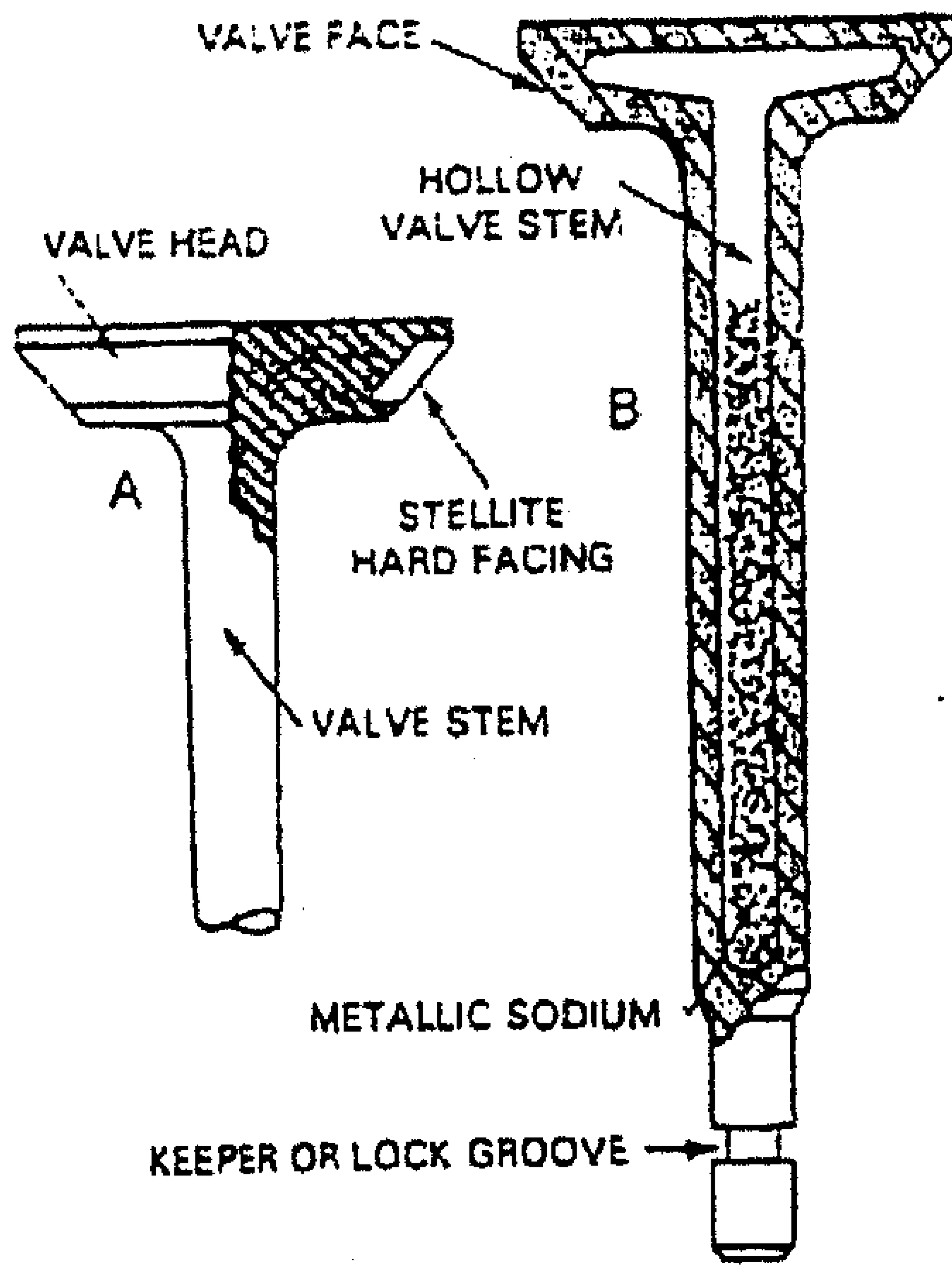
تستخدم الصمامات للتحكم فى دخول الشحنة (محرك بنزين) أو دخول الهواء (محرك ديزل) أو لخروج غازات العادم بعد اكتمال شوط القدرة ويتكون الصمام من

رأس وساق ويشكل راس الصمام بشكل مخروطي يعمل على الإحكام الجيد لمنع تسرب الضغط من خلال مقعد الصمام وتبلغ زاوية مقعد الصمام نحو ٤٥ درجة ، ويشكل عنق للصمام بين الرأس والساق يعمل على سريان حلزوني دائري مناسب للغازات والشحنة . وعادة يكون قطر رأس صمام دخول الشحنة أكبر من قطر صمام العادم نظراً للزيادة الكبيرة لسرعة سريان العادم ذو الضغط العالي عن سرعة الشحنة المنخفضةالضغط عند صمام الدخول، وكذلك لزيادة جودة الامتلاء عن طريق زيادة مساحة دخول الشحنة إلى الاسطوانة والشكل السابق يبين ألية توقيت الصمام حيث يؤثر عمود الكامات Camshaft على التابع Lifter الذى يدفع ساق الدفع Push Rod ليحرك الذراع المتأرجح Rocker Arm للصمام فيدفع الحافظة العليا للياي Spring Retainer لتضغط ياى الصمام Spring وبالتالي يتحرك الصمام Valve داخل دليل الصمام Guide حيث يتم فتح الصمام .





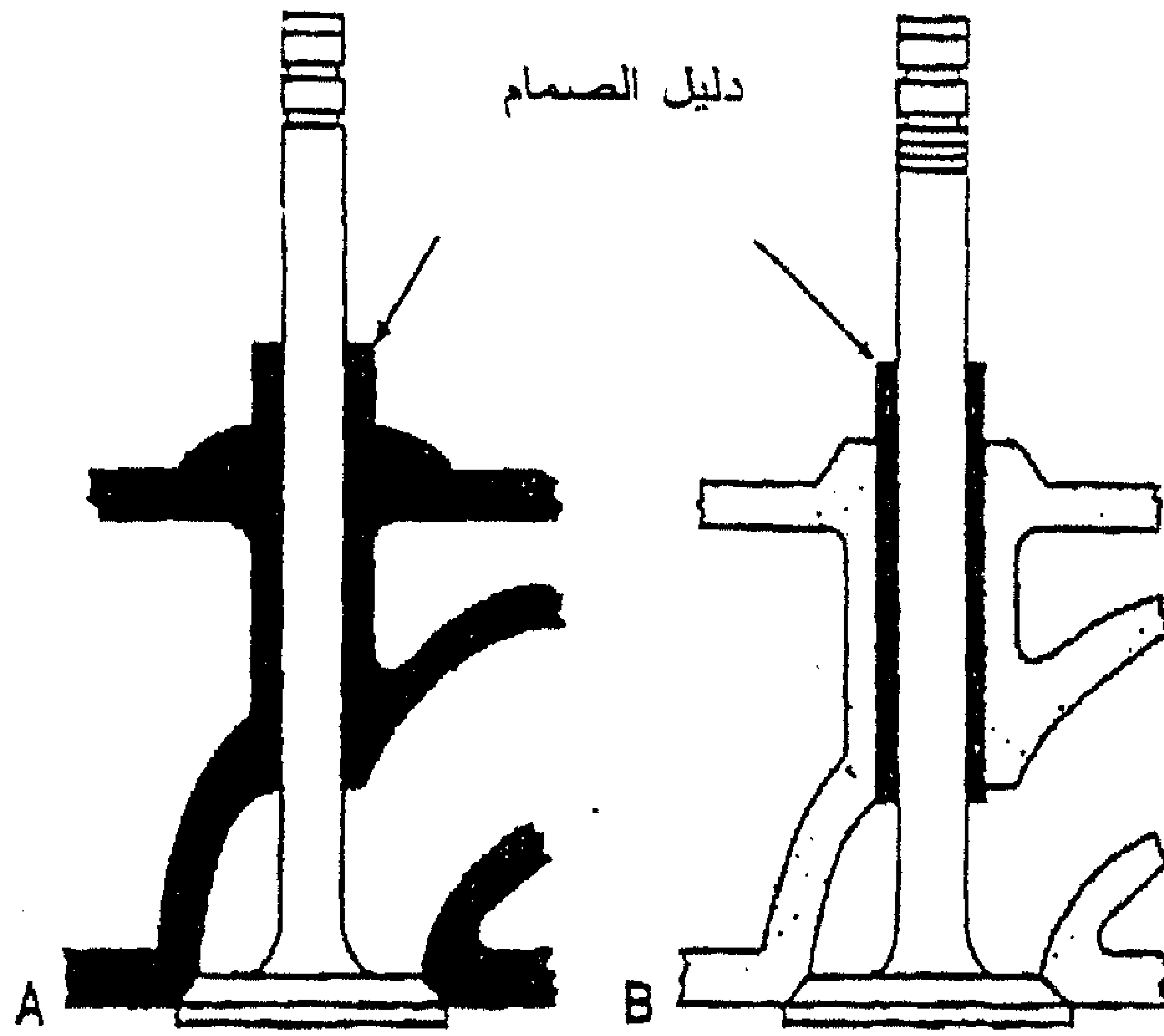
كذلك يبين الشكل السابق تركيب الصمام . وارتكاز الصمام على قاعدته وتتعرض الصمامات لاجهادات ضغط وشد وحتى بالإضافة إلى الاجهاد الحرارية العالية وخاصة صمامات العادم ، ولذلك تستعمل سبائك من الصلب والكروم والسيليكون والنيكل كروم الذى يضاف لمعدن صمامات العادم بصفة أساسية. وقد يصنع الساق والراس من معدنين مختلفين لتلبية الشروط الواجب توافرها فى الصمام.



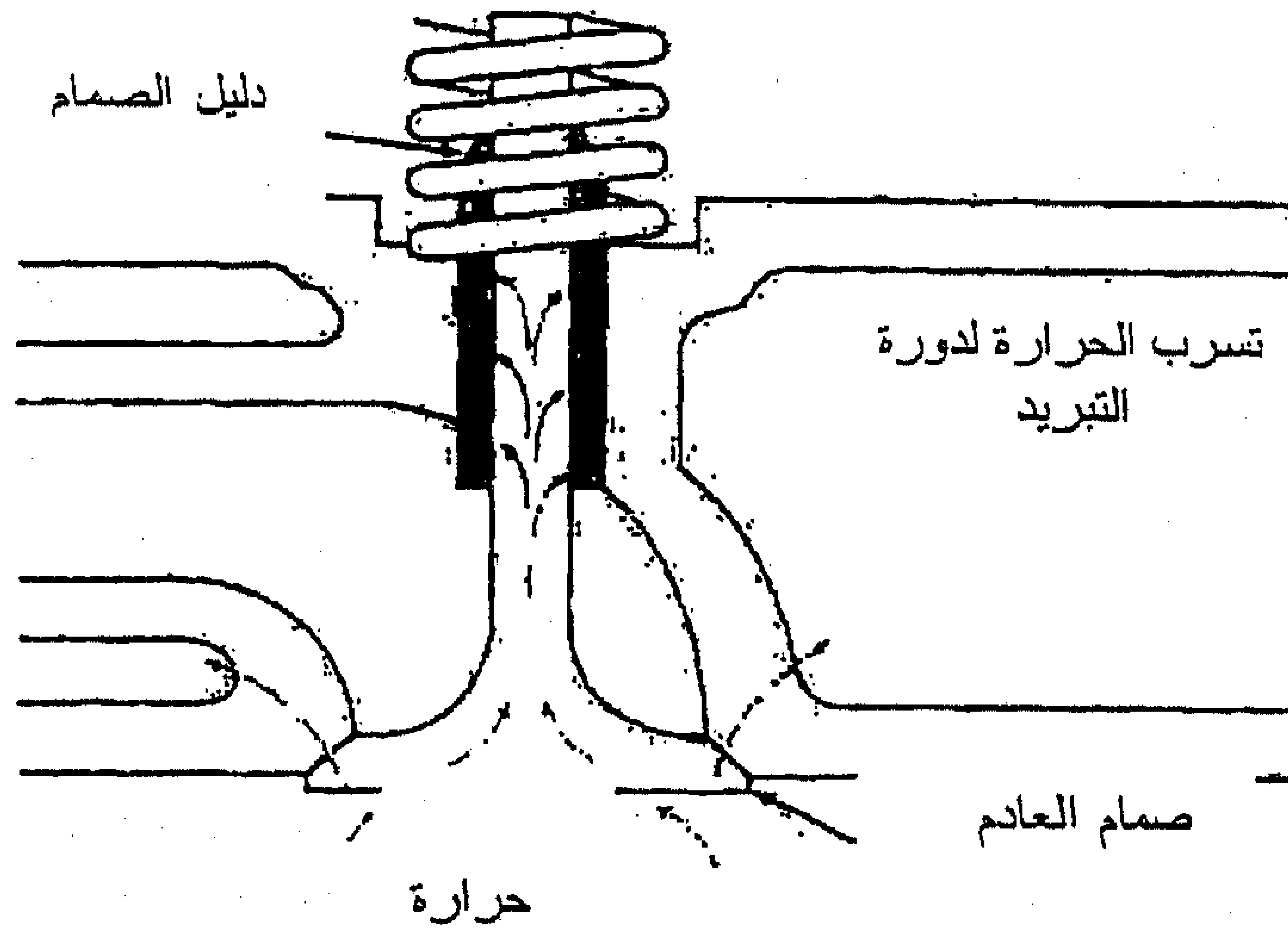
وقد يصنع ساق الصمام بحيث يحتوي على صوديوم معدني يتحول إلى سائل عند درجات الحرارة العالية، وينقل سائل الحرارة العالية من رأس الصمام إلى الساق ومنه إلى دليل الصمام ، حيث يتم تسريب الحرارة إلى رأس الاسطوانات. والشكل يبين شكل الصمام حيث يبين (الشكل A) تركيب الصمام من معدنين العلوي صلب معالج (الشكل B) يبين الصمام ذو الساق المجوف الذى يحتوي على الصوديوم المعدني .

دليل الصمام Valve guide

يعمل دليل الصمام على تحديد مركز حركة الصمام بالإضافة إلى تسريب الحرارة من الساق إلى جسم رأس الاسطوانة وتصنع أدلة الصمامات من الحديد الزهر الرمادي وتركب فى رأس الاسطوانات بحيث يمكن استبدالها عند زيادة تأكل القطر الداخلي لها كما يوجد نوع آخر من أدلة الصمامات يتكامل مع راس الاسطوانات أى مشكل مع الرأس ولا يمكن تغييره والشكل يبين دليل الصمام فى النوعين



كما يبين الشكل التالى مسار ترسيب الحــرارة مــن الــصمامات إلــى رأس الاسطوانات.

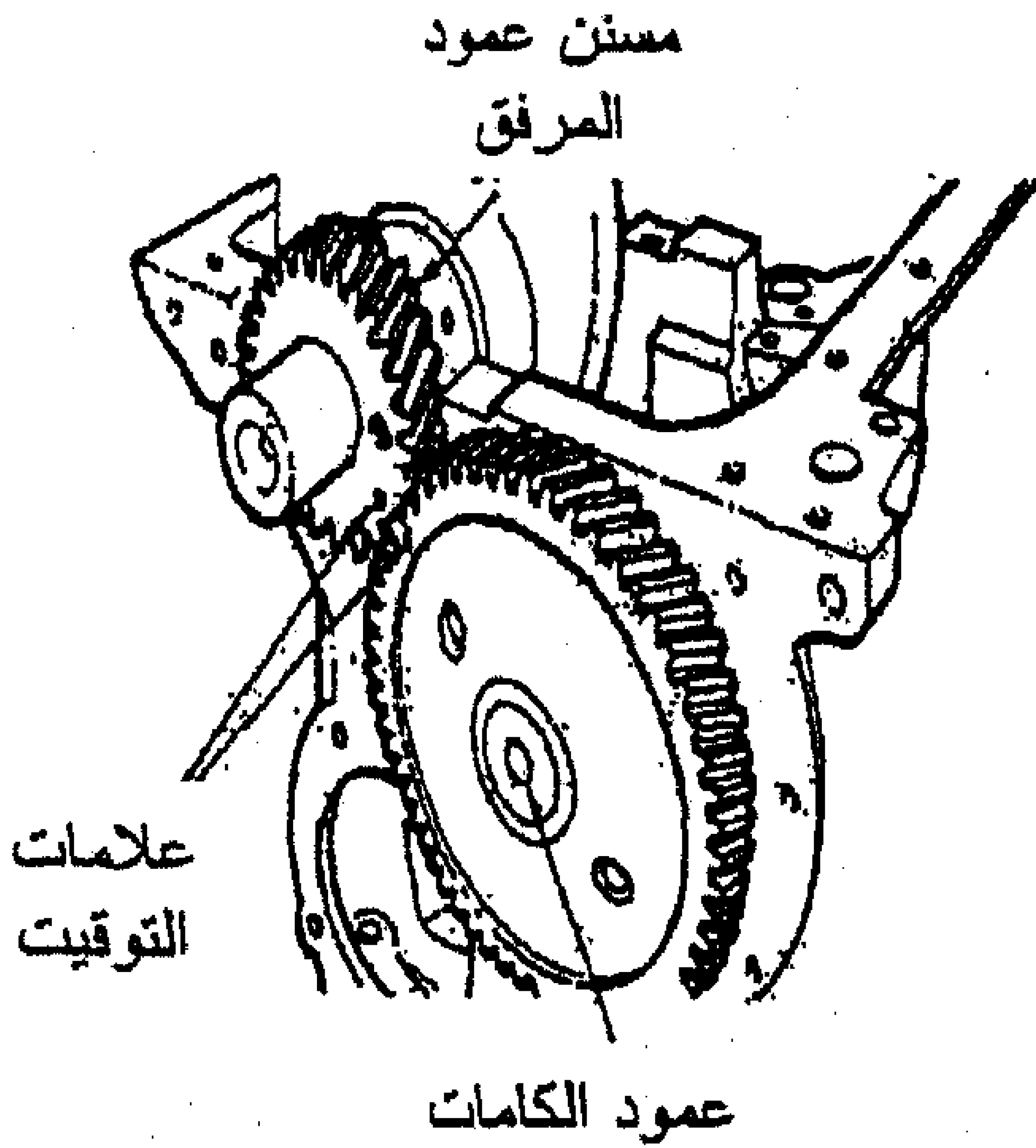


نوابض الصمامات Valve Springs

تعمل النوابض على سرعة غلق وأحكام الصمامات علــى قواعــدها وغالبــا يتسخدم نابضين متداخلين، وذلك لمنع سقوط الصمام داخل الاسطوانة فى حالة انهيار أحد النوابض بتأثير الكلال.

عمود الكامات Cam Shaft

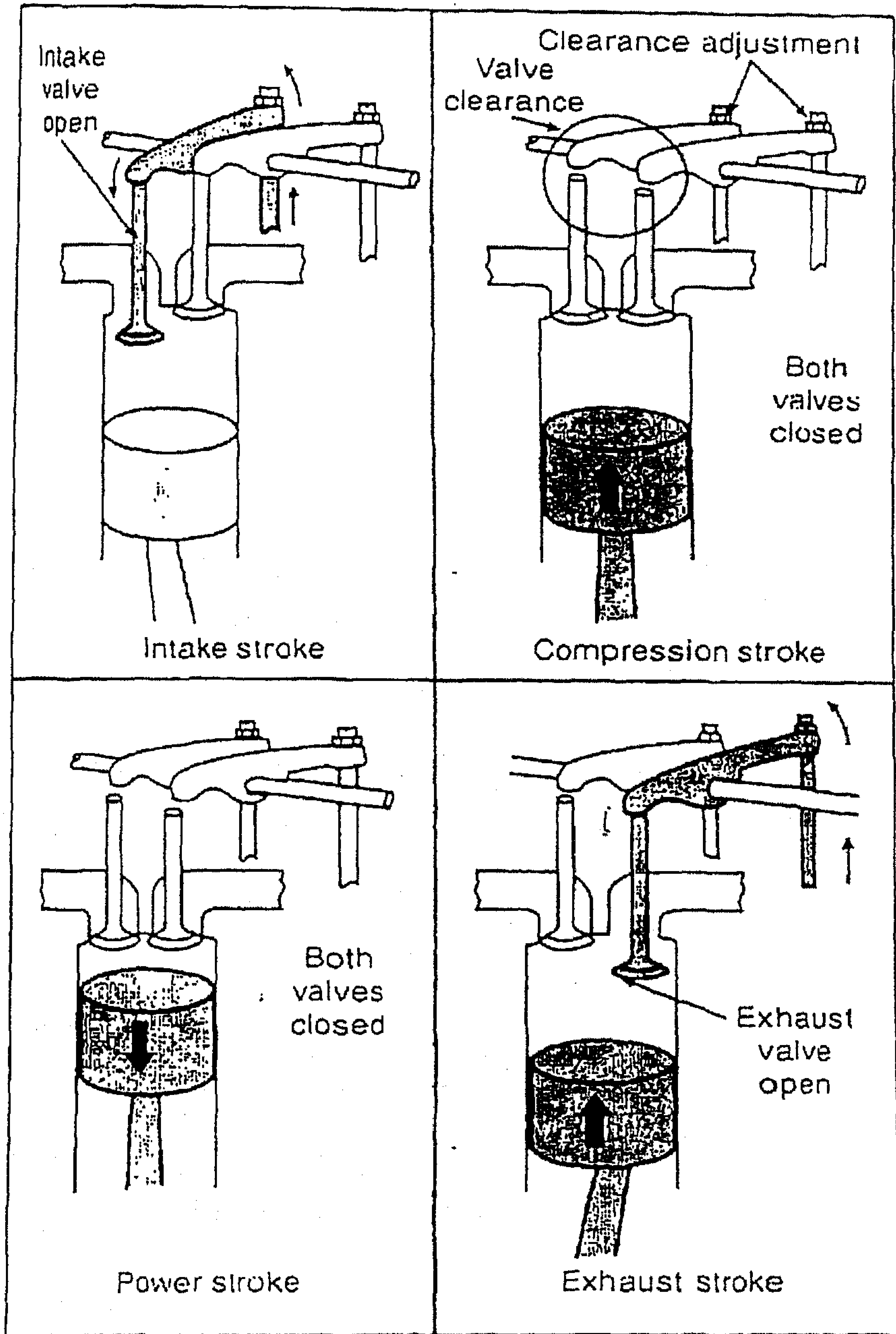
يعمل عامود الكامات علـــى فــتح الصمامات حسب التوقيت المناســب وقــد يؤثر العمود علـــى نــوابض الـــصمامات مباشرة كما فى إدارة الصمامات العلوية أو عن طريق سيقان ويــصنع العــامود مــن الحديد الزهر المصلد أو حديــد زهـــر ذو جرافيت كروي ويركب على عمود الكامات ترس إدارة يستمد حركته من ترس عمـــود المرفق كما بالشكل.



وتوجد علامـــات Timing marks علـــى اسنان التروس حتى تضمن التوقيت الصحيح لآلية الصمامات وقد يتم إدارة العمود بواسطة سير كاوتــشوك Toothed drive belt أو جنزيـــر معـــدني Timing chain وفـــى المحرك الرباعي الأشـــواط يـــدور عمـــود الكامات بنصف سرعة عمود المرفق ولـــذلك نجد أن عدد أسنان تـــرس عمـــود الكامـــات بنصف سرعة عمود المرفق.

والاتجاه الحديث فى معظم المحركات الآن هو استخدام آلية توقيت الصمامات ذو عمود الكامات العلوي الذى يعمل على الصمامات مباشرة لتـــوفير أليـــة الـــسيقان وتقليل قوى القصور الذاتي للكتل عن السرعات العالية.

والشكل يبين وضع صمامات الدخول وصمامات العادم عند أوضاع المكبس المختلفة خلال أشوط المحرك الرباعي .



ويتوقف معدل ملء الأسطوانات ، وبالتالى أداء المحرك ، على تصميم آليات الصمام، وكيفية عملها ، وللحصول على معدل ملء مناسب يجب تصميم الصمامات بأقطار ومسافات تحرك كبيرة على قدر الإمكان .

ويحد من مسافة تحريك الصمام كل من عمود الكامات ، وتصمم أبعاد يايات الصمامات المستخدمة فى الغلق بحيث تتبع الصمامات حركة الكامات بدون تذبذب ، عند السرعات العالية . وبالرغم من تعرض صمامات العادم لدرجات حرارة مرتفعة إلا أنها ينبغى أن تتميز بقدراتها على الإحكام علي قواعدها وينتج عن ذلك تمدد سيقان الصمامات حرارياً . ولذلك يجب ترك خلوص بكل آليات تشغيل مجموعة توقيت الحركة لضمان إحكام الصمامات ومنع التسرب عن طريقها ، ويصل هذا الخلوص فى المتوسط إلى ٠,٣ مم لصمامات السحب وصمامات العادم وهى ساخنة . ولضبط الخلوص تزود الروافع أو الأذرع المتأرجحة بآليات ومسامير ضبط .

وإذا كان خلوص صمام السحب زائد على الحد ، فلن يكون معدل ملء الأسطوانات بخليط الوقود والهواء كافياً . كما أن الخلوص الزائد فى صمام العادم يؤدى إلى اعتراض سبيل غازات العادم الساخنة وإعاقة طردها بالدرجة الكافية .

ويمكن الإحساس بالخلوص الزائد فى الروافع عنطريق الأصوات الإصطكاكية التى تسمع عند دوران المحرك. أما إذا كان خلوص الروافع أقل من اللازم فإن غلق الصمامات لا يكون كافياً، مما يؤدى إلى إحتراقها بسرعة، وفى هذه الحالة تكثر عمليات الإصلاح. ولذلك ينبغى مراجعة خلوص الروافع بواسطة المجس (الفلر) .

يتسبب النقص الشديد فى الخلوص فى عدم إحكام غلق الصمام. ويتوقف مقدار الخلوص على درجة السخونة وطول ساق الصمام، وعند ضبط الصمامات يجب المحافظة على الخلوص المحدد فى مواصفات المصنع المنتج .

ويتطلب أنسب معدل لملء الأسطوانات أن يتم فتح صمام السحب بسرعة – أى أن يصل الصمام إلى أقصى مسافة لتحركة بأسرع ما يمكن – وأن يظل مفتوحاً فترة طويلة ، ثم يقفل بسرعة مرة أخرى .

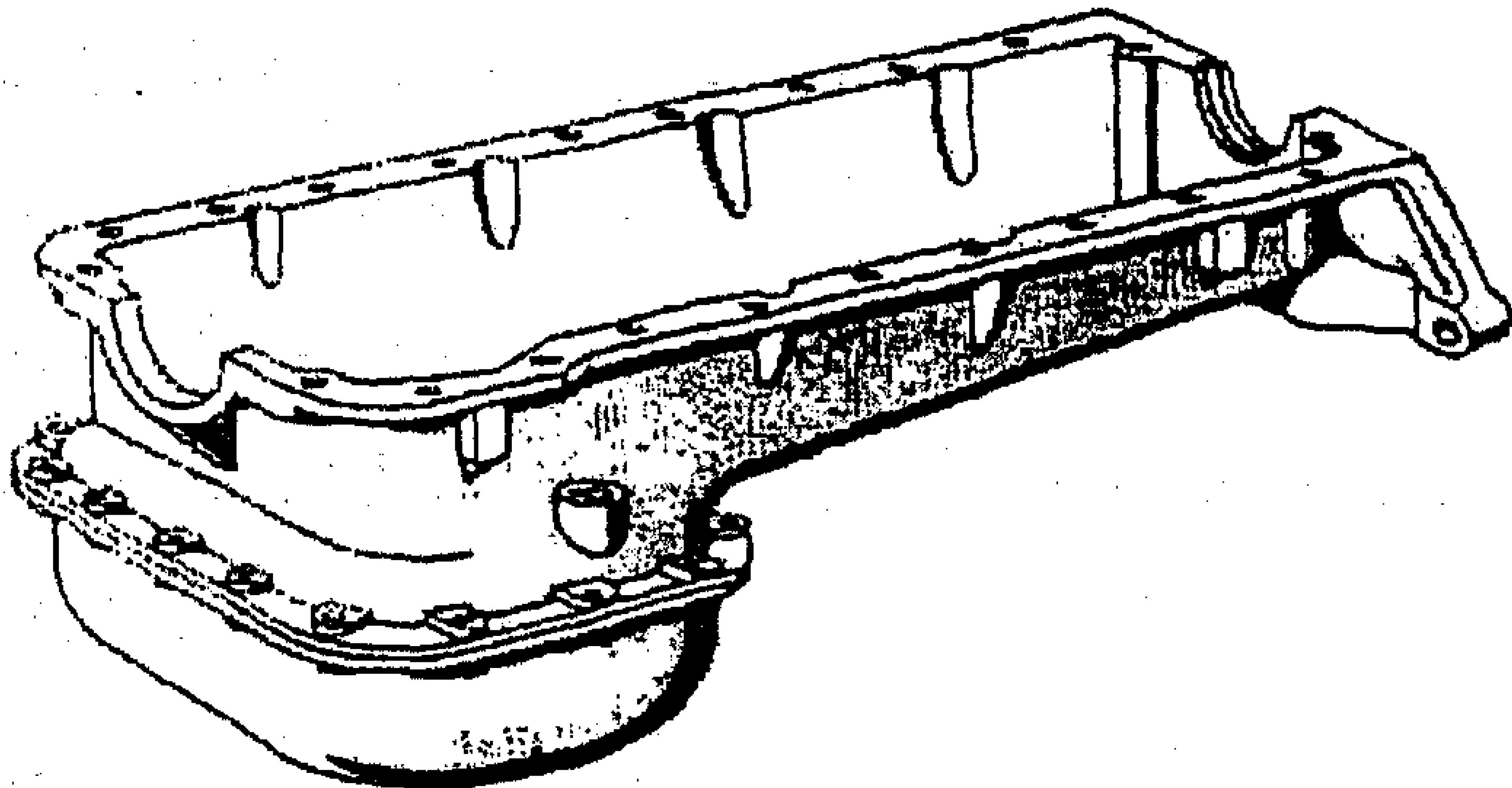
وبعد تشغيل المحرك فترات طويلة تتكون رواسب زيت كربونية على فتحات العادم تعمل على تضييق ممرات الغازات المحترقة بشكل ملحوظ ، مما يـؤثر علـى توقيت الحركة . لذلك ينبغى تنظيف فتحات العادم بعد كل ١٠٠٠٠-٢٠٠٠٠ كم من التشغيل ، وتتوقف كمية رواسب الزيت الكربونية أساسـاً علـى طريقـة القيـادة ، والإجهادات الحادثة بالمحرك.

وياى الصمام هو الجزء الوحيد الذى يحد من إمكـان زيـادة السـرعة عـن ٨٠٠٠ لفة فى الدقيقة . فبالرغم من تصميمه بالشكل الحلزونى الذى يتميـز بـالقوة والقصر النسبى فى الطول ، إلا أن ذبذباته تصبح غير مناسبة إذا زادت السرعة على ذلك القدر .فنتيجة للإرتعاش الناتج حينئذ ، لا يتمكن الـصمام مـن الغلـق بالـشكل الصحيح، ويحتمل – بالإضافة إلى ذلك – إنكسار الياى فى هذا النطاق من السرعة .

حوض الزيت Oil Pan :

أخر جزء يركب أسفل المحرك ويثبت مع كتلة الاسطوانات بواسطة جوان من الفلين أو الاسبستوس ومجموعة من المسامير. ويصنع حوض الزيت من شرائح الصلب أو الألومنيوم، وتوجد استخدامات حديثة للبلاستيك المعالج .

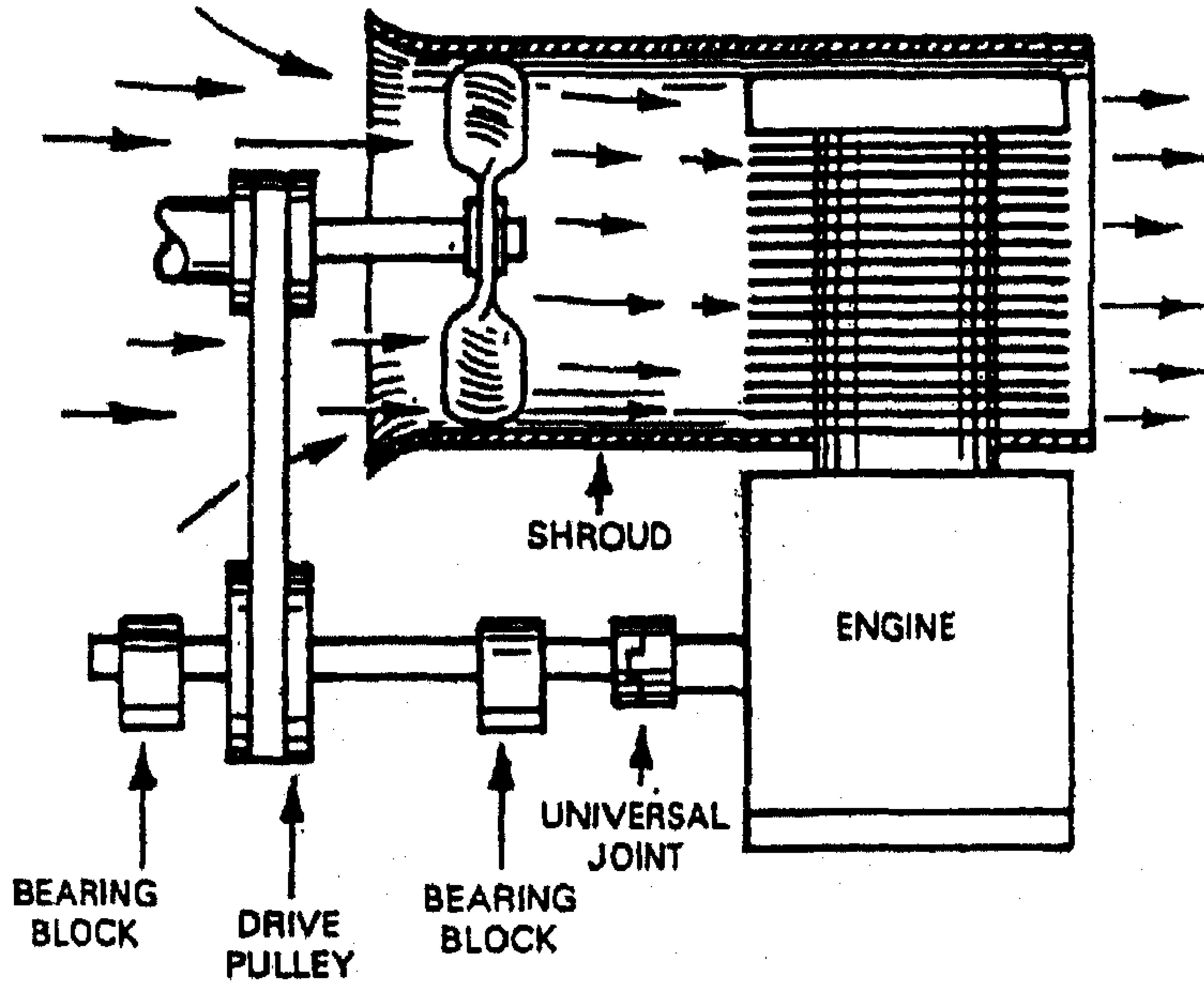
ويمثل حوض الزيت مخزن للزيت وغطاء لعمود المرفق، وتوجد طبة سـفلى لتفريغ الزيت يلحم فى نهايتها قطعة مغناطيسية لتجميع أى رائش ناتج عن تأكل أجزاء معدنية بالمحرك، أنظر الشكل .



دورة التبريد

تبلغ درجة الحرارة في غرف الاحتراق نحو ٢٥٠٠ درجة مئوية وتنتقل الحرارة إلى الأجزاء المختلفة في المحرك . وزيادة الحرارة قد يؤدي إلى تلف هذه الأجزاء. ولذلك فمن الضروري تبريد المحرك إما بالهواء أو بالماء.

ويتميز التبريد بالهواء بتوفير وزن المياه ولا يحتاج إلى مضخة مياه أو مشع ولكنه لا يصلح في الأجواء الحارة. أما التبريد بالمياه فيعمل بكفاءة عالية ويتم التحكم في مدى التبريد المطلوب باستخدام منظم حراري.



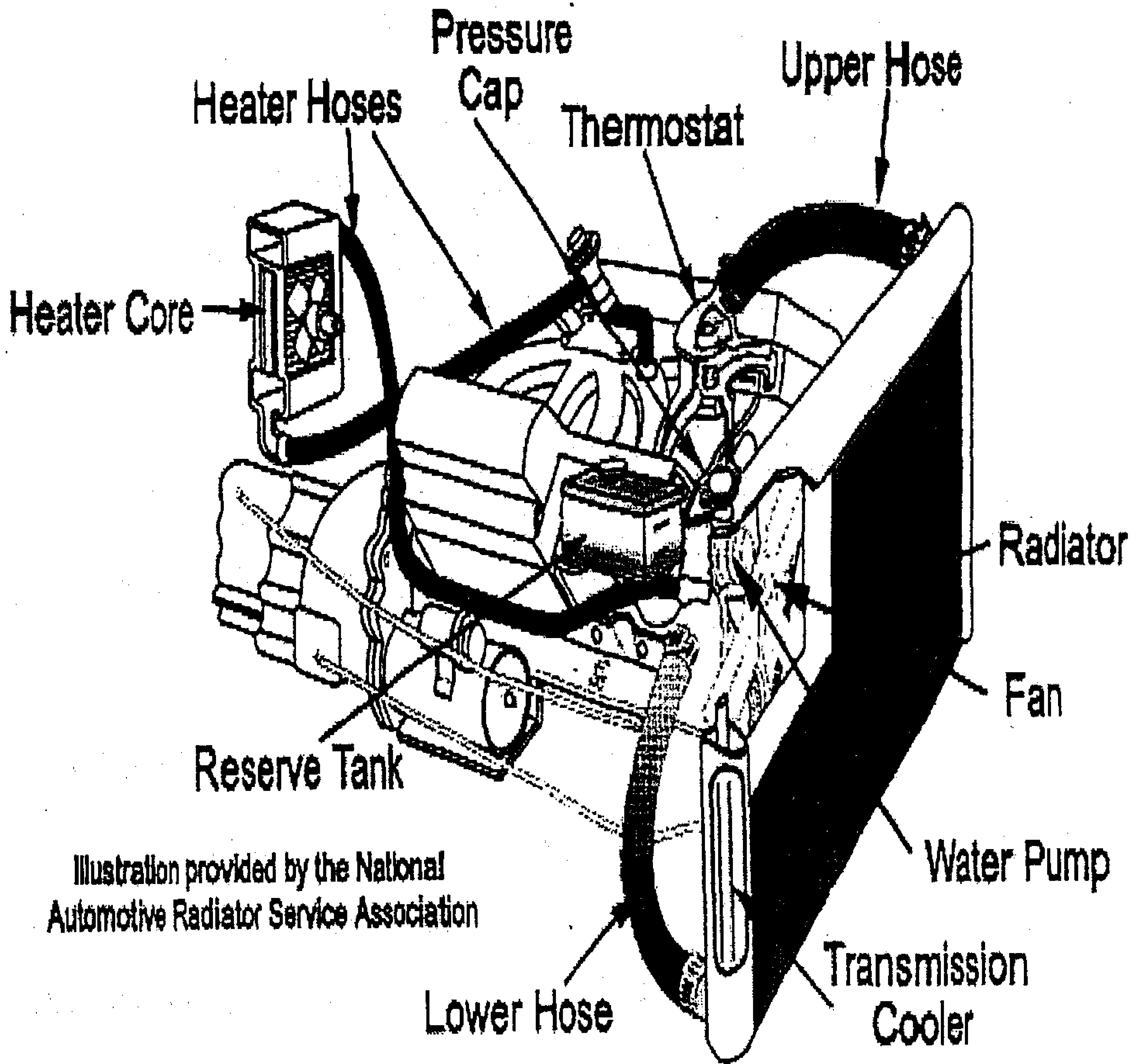
زيادة معدل التبريد:

عند زيادة معدل التبريد المسموح به من المحرك تزداد الطاقة الحرارية الضائعة في التبريد وتقل القدرة المستفادة ويزداد استهلاك الوقود إضافة إلى عدم تبخر الوقود كلياً وتسربه إلى قاع علبة المرفق مسبباً تخفيف لزوجة الزيت ويحدث هذا غالباً في محركات الديزل.

تقليل معدل التبريد (زيادة سخونة المحرك):

عند الزيادة المفرطة في سخونة المحرك يزداد تمدد الأجزاء ويـزداد الاحتكـاك وبالتالي التآكل وخاصة بين المكابس والاسطوانات ويقل حبك الضغط وتهرب نـواتج الاحتراق الساخنة والغير كاملة الاحتراق إلى حوض الزيت مسببه تحللـه أو تـراكم رواسب كربونية ويقل فعل تبريد الزيت كذلك قد يؤدي إلى دق داخل غرفة الاحتراق. ولذلك لابد أن يكون معدل التبريد محكوم دون زيادة أو نقصان وتتراوح درجة حرارة التشغيل لسائل التبريد المثلى بين ٨٥ إلى ٩٥ درجة مئوية.

تركيب وطريقة عمل دورة التبريد بالمياه:

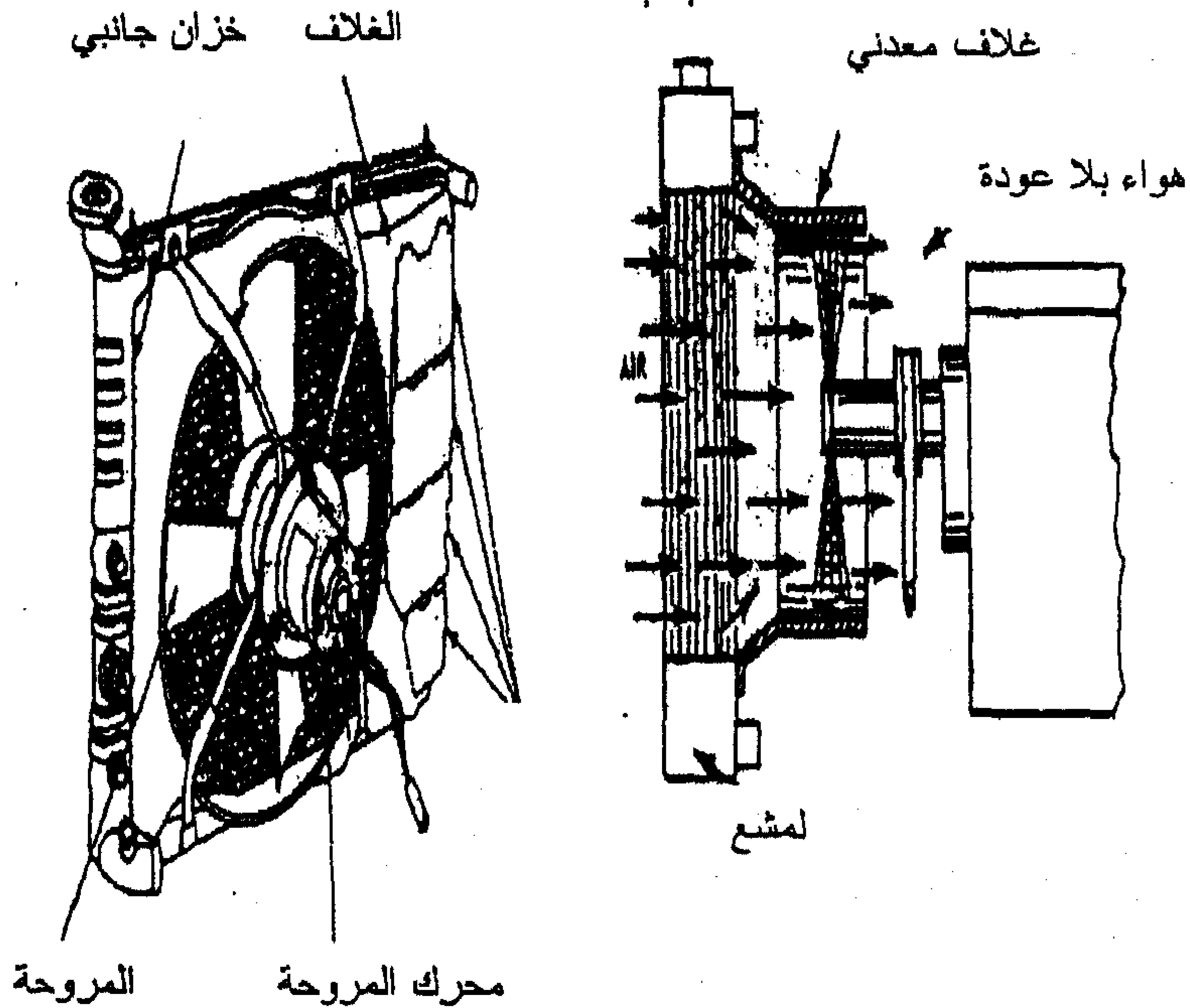


المشع : Radiator

يعمل على تبريد الماء القادم من كتلة الاسطوانات ويركب في مقدمة السيارة ويتكون من خزان علوي وآخر سفلي ويتصلان معا بواسطة مجموعة من المواسير المصنوعة من النحاس الأصفر Tubes وتركب حولهما مجموعة من الألواح الرقيقة بصورة عرضية Fans تزيد من سطح التبريد.

المروحة :Fan

تستخدم من أجل زيادة معدل التبريد لدفع الهواء خلال أنابيب المشع وقد تدار المروحة بواسطة سير يستمد حركته من طنبورة عمود المرفق أو قد تدار كهربياً ويتحكم في تشغيلها منظم حراري كهربي يعمل على تشغيلها فقط في مدى درجات الحرارة ٨٥ إلى ٩٥ درجة مئوية ولا تعمل عند أقل من هذه الدرجات. والشكل الأول يبين مروحة تدار بواسطة سير والشكل الثاني يبين مروحة تدار كهربياً.

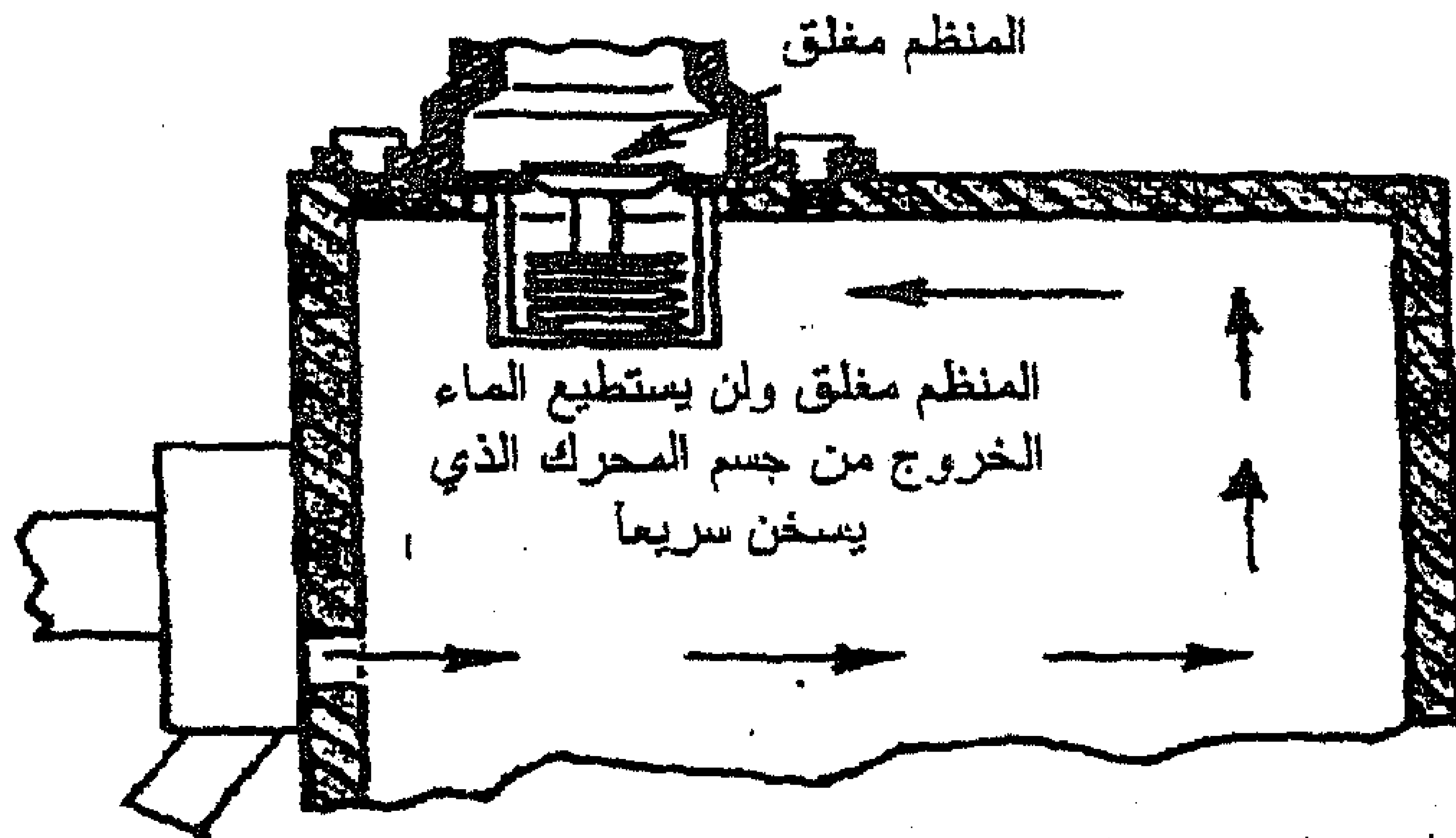


المنظم الحراري : Thermostat

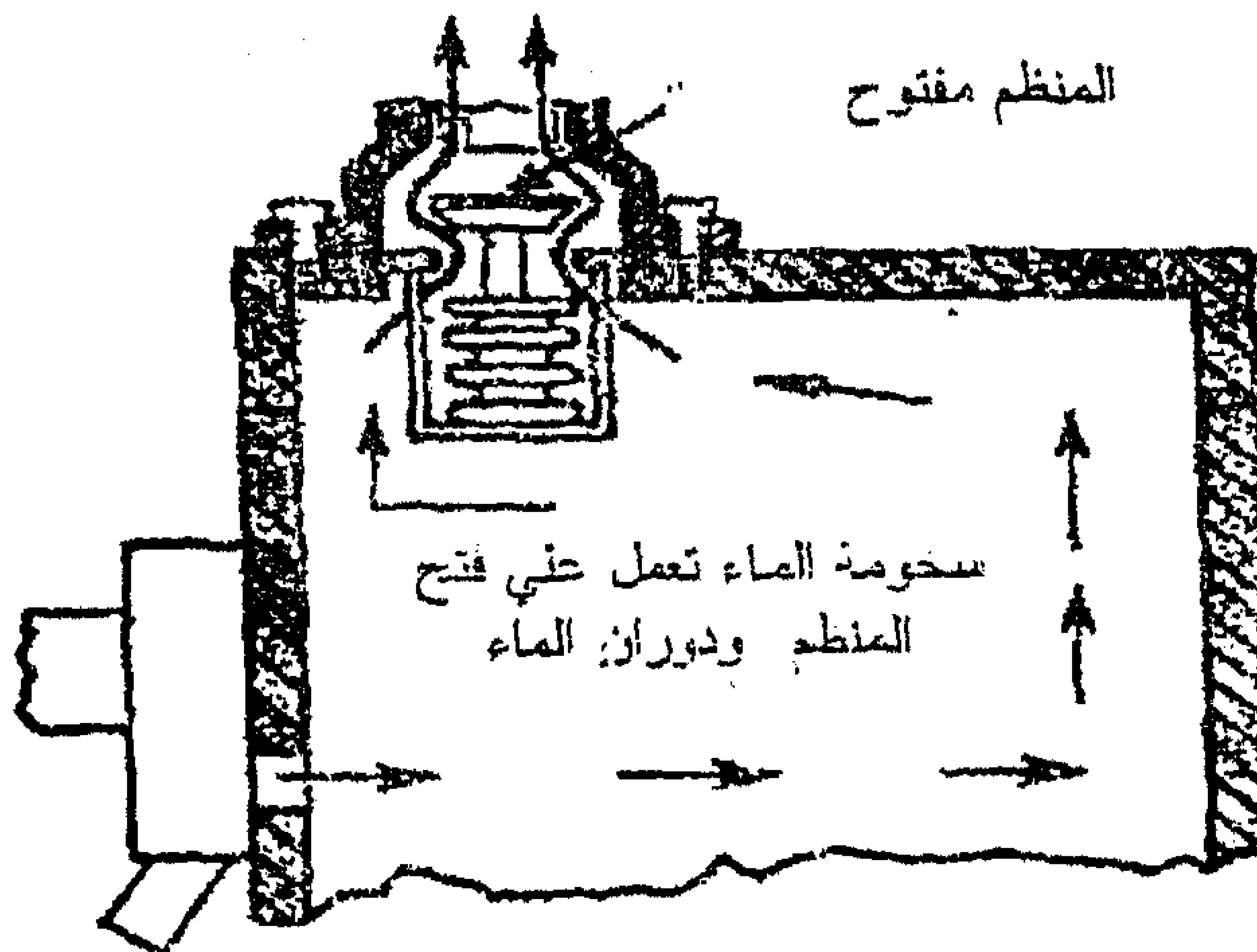
يقوم المنظم الحراري بالمحافظة على درجة تشغيل ثابتة عند كل ظروف التشغيل. ويوضع المنظم الحراري في قمة المحرك وعند مخرج المياه الساخنة من المحرك.

نظرية عمل المنظم الحراري :

عندما يكون المحرك بارد يظل المنظم مغلقاً ولا يسمح للماء بالخروج إلى المشع وبالتالي لا يحدث دوران للماء خلال الدورة وترتفع حرارة مياه التبريد وبسرعة.



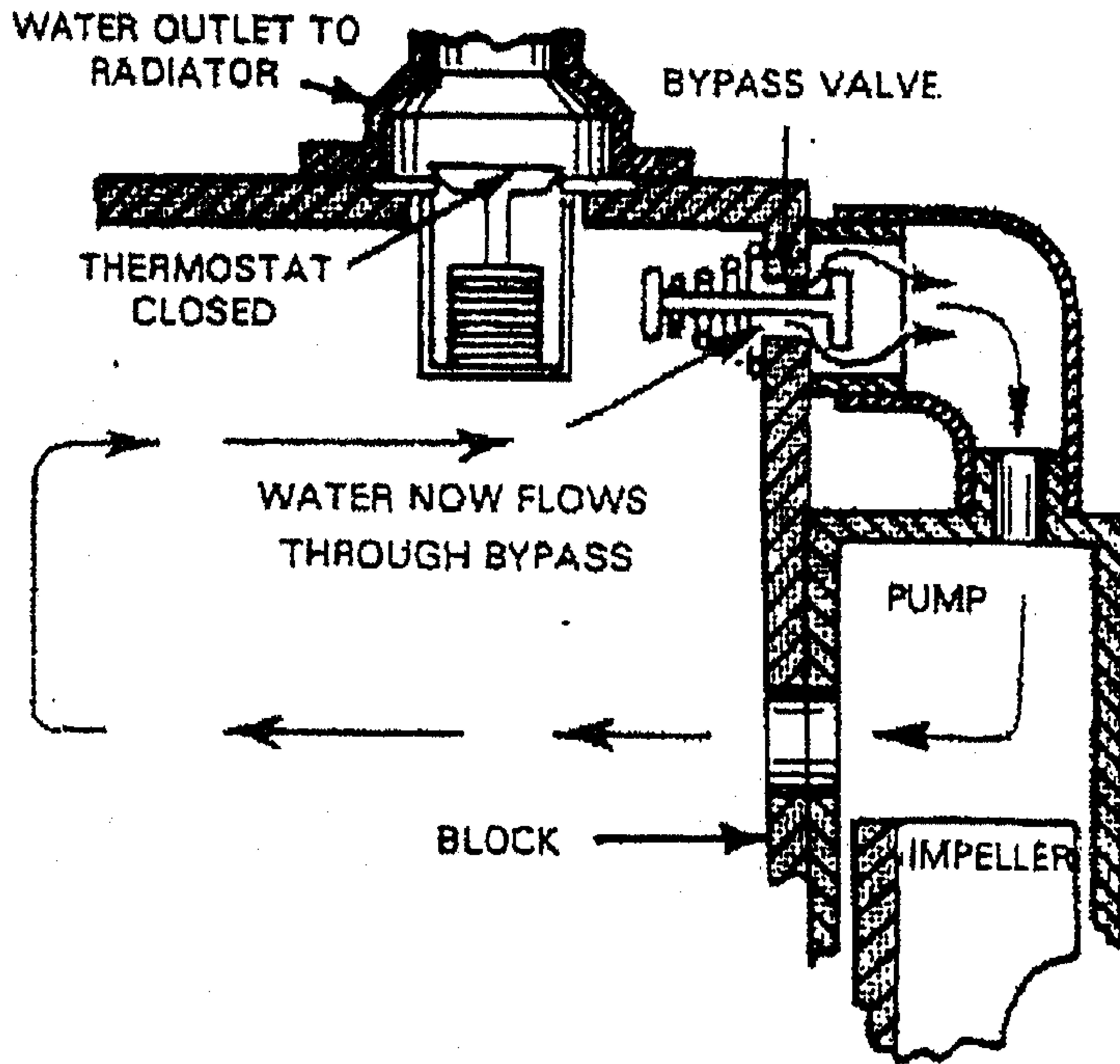
وعند فتح الصمام عندما ترتفع درجة حرارة المياه حتى درجة حرارة التنظيم يسمح للماء بالدوران خلال المشع ويحدث التبريد.



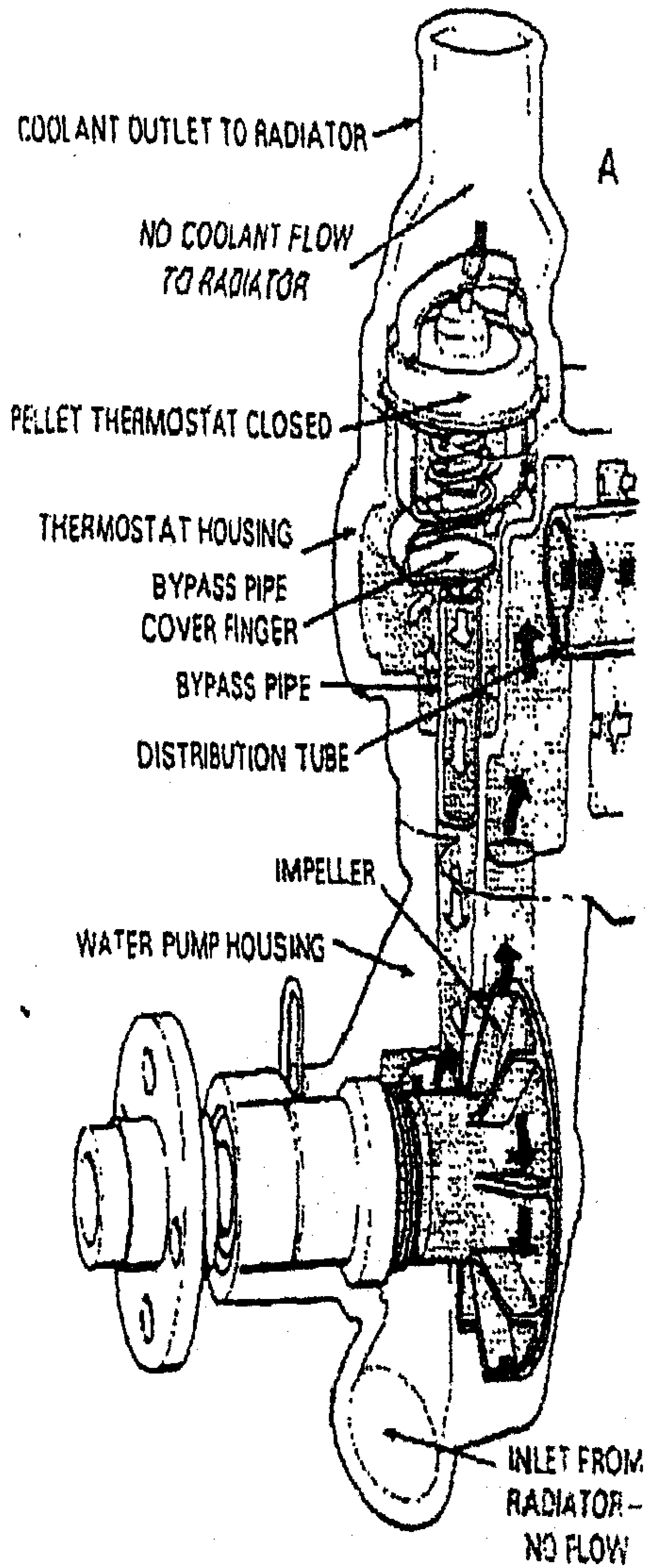
عندما يكون المنظم الحراري مغلقاً:

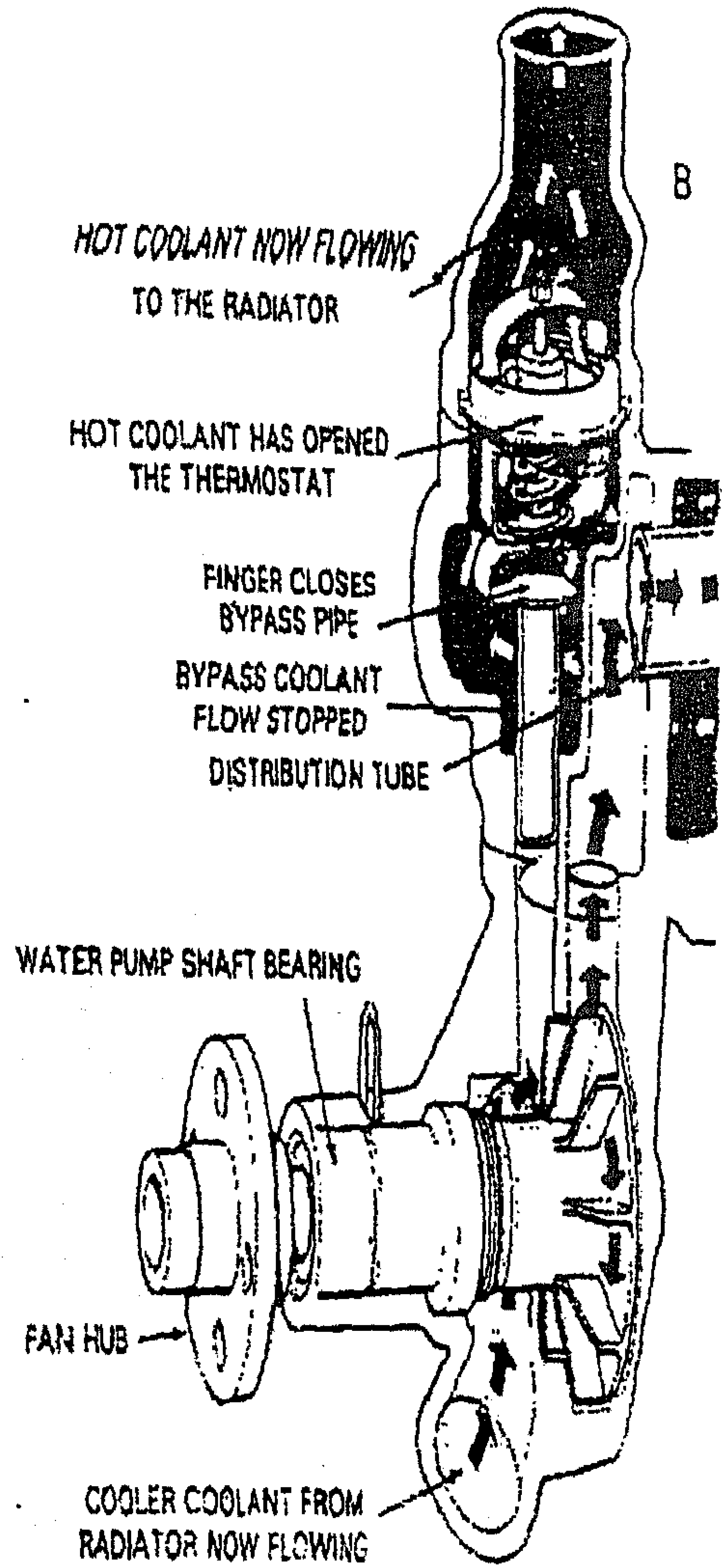
يجب السماح للمياه بالدوران داخل المحرك دون التوجه إلى المشع وهناك طريقتين لذلك للسماح للمضخة بتقليب السائل داخل المحرك.

والطريقة الأولى هو وجود صمام تعويض Bypass valve كما بالشكل حيث يسمح هذا الصمام بدوران المياه. أما الطريقة الثانية فهي عن طريق قنال صغير يوضع أسفل المنظم الحراري بحيث يكون مفتوحاً طالما كان المنظم مغلقا وعند فتح المنظم حركة الغلاف المعدني لأسفل تغلق هذه القناة (أنبوب) ويسمح للماء بالتوجه إلى المشع .



والشكل يبين الوضع الأول وفيه يتم الدوران خلال أنبوب التعويض Bypass pipe والشكل الثاني يبين أنه عند فتح المنظم تغلق هذه الأنبوب ويحدث التقليب بين مياه المحرك والمشع.

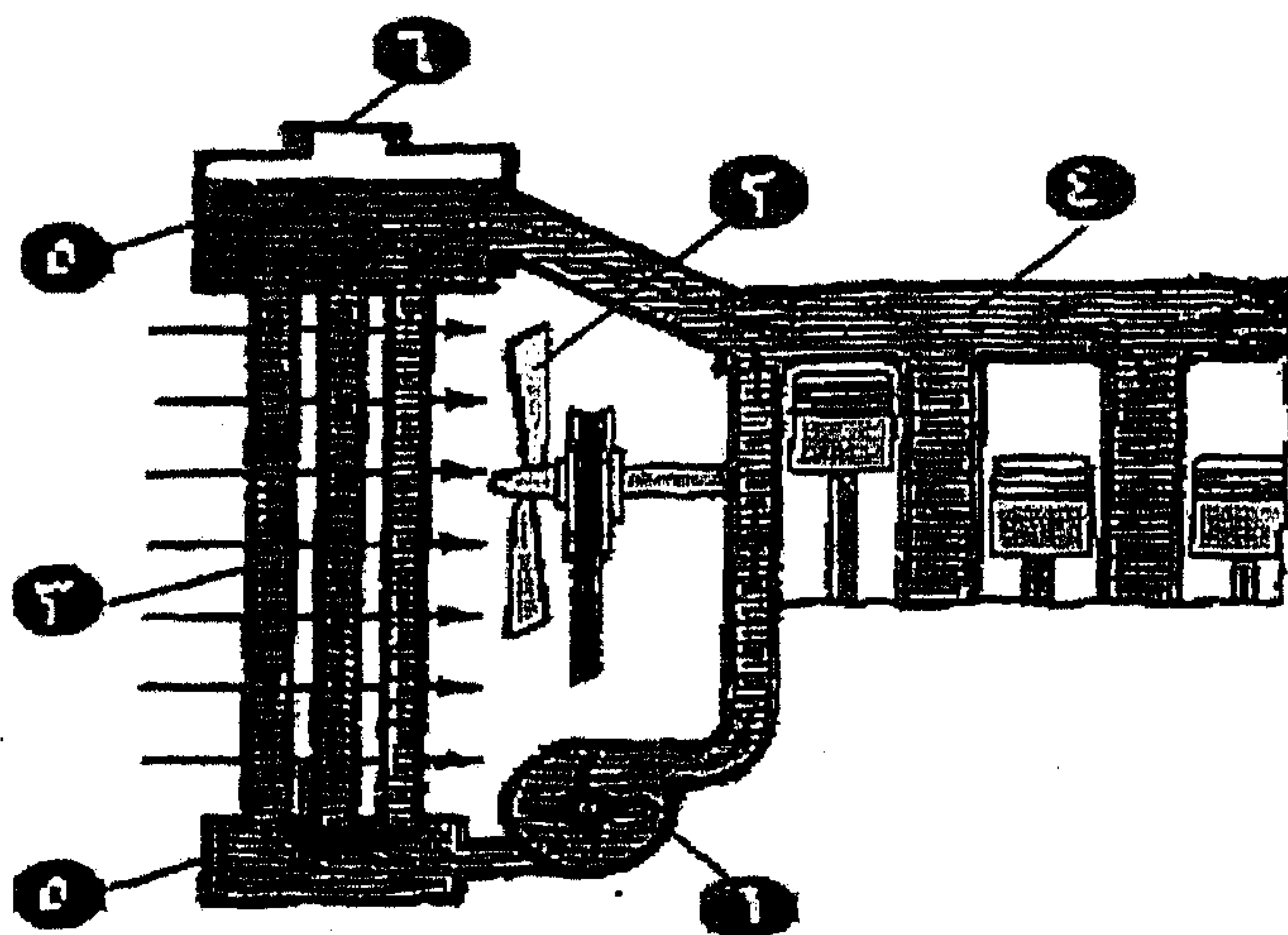




مضخة الماء: Water pump

تستخدم لإمرار المياة داخل منظومة التبريد وتتكون من الهيكل (قد يكون منفصل أو مشكل في كتلة الإسطوانات) وعمود المضخة Water pump shaft – راجع الشكل السابق وكذلك تتكون من الريش Impeller وحشية منع تسرب Seal .

وعادة توضع في القسم الأمامي للمحرك وتدور بواسطة سير مخروطي المقطع مـــن خلال طارة تتصل مع عمود المرفق .



تخطيطي مبسط لدورة التبريد بالماء

١- مضخة مياه التبريد .	٢- مروحة .
٣- خياشيم .	٤- دثار المياه .
٥- المشع (الرادياتير) .	٦- فتحة الملء .

فحص وصيانة دورة التبريد :

١. يجب إجراء فحوصات بالنظر قبل الاختبار بـــالأجهزة وتـــشتمل الفحـــوص بالنظر على ما يلي :

٢. اختبار مستوى سائل التبريد في المشع.

٣. اختبار وجود أي تسريب في الدورة.

اختبار زعانف المشع والتأكد من تدفق الهواء بأن يمر خلال المشع ولـــيس بـــه عوائق بإنسداد أو إنثناء الزعانف.

١. اختبار شد سيور المروحة.

٢. اختبار وجود أي تلف في ريش المروحة.

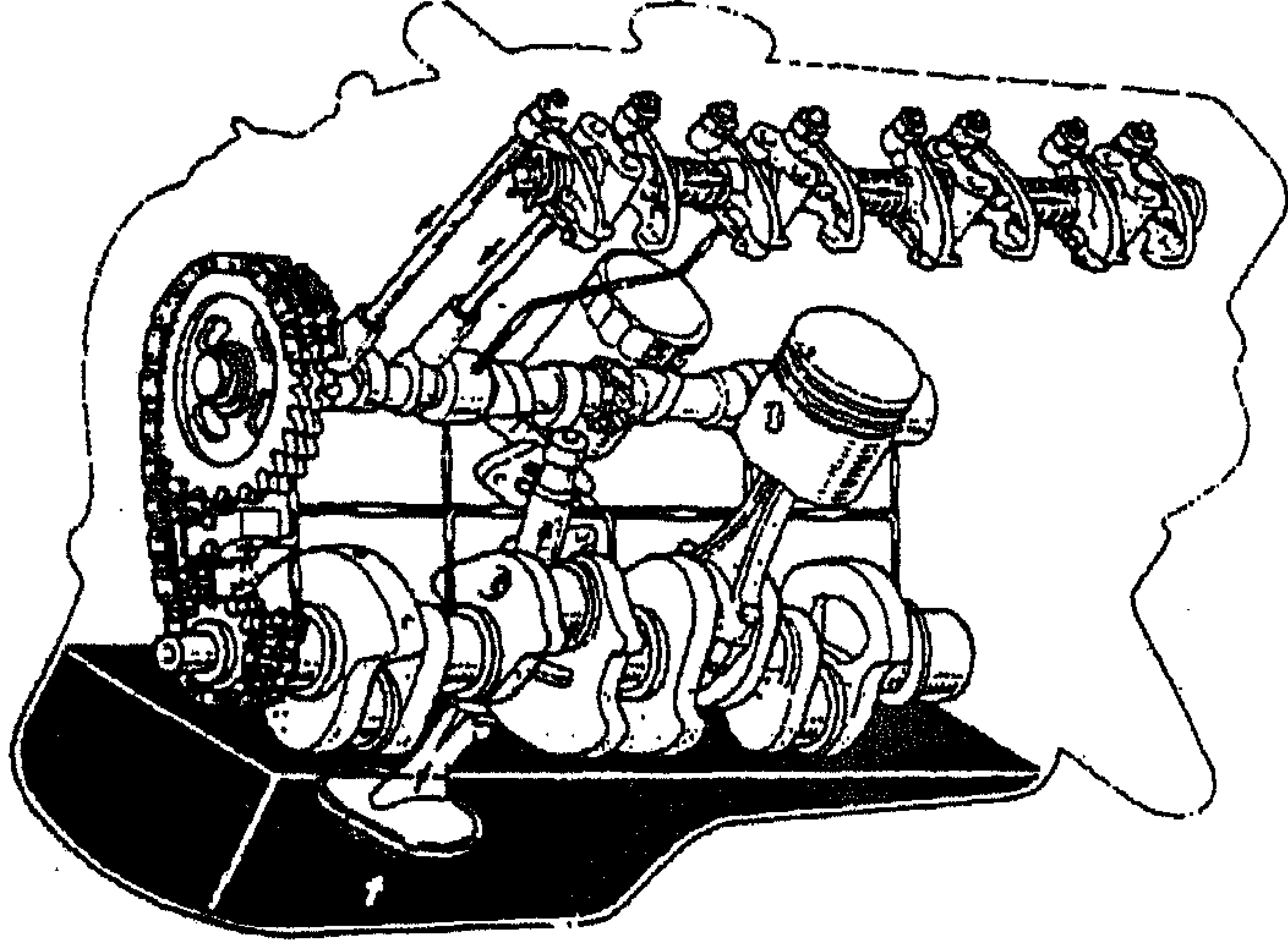
٣. ملاحظة وجود أي هواء أو غازات محترقة في دورة التبريد.

٤. لاحظ رؤية إذا كان جاويط غطاء المشع مستقيماً وأن سطح مانع التسرب في الغطاء نظيفاً.

تنظيف المشع واختبار غطاء المشع :

يتم استعمال الماء أو الهواء المضغوط لتنظيف الأسطح الخارجية وكذلك قلب المشعَ ويتم توجيه الماء والهواء المضغوط مرة من ناحية الغطاء وخروج الرواسب من أسفل ومرة أخرى بالعكس ويستحسن استخدام مذيب للرواسب أثناء عملية التنظيف ثم يتم الشطف باستخدام الماء فقط ثم يتم الملء بالماء المضاف إليه مانع الصدأ.

دورة التزييت



وظيفة دورة التزييت :

١. تقليل الاحتكاك بين الأسطح المتحركة .

٢. تبريد الأسطح المحتكة .

٣. تلقي الصدمات بين أذرع التوصيل وبنوز عمود المرفق.

٤. تنظيف أجزاء المحرك من الرواسب الكربونية والرائش المعدني .

٥. حبك الضغط بين حلقات المكبس وسطح الأطسوانة .

٦. حماية أجزاء المحرك من الصدأ .

تصنيف زيوت المحركات :

حسب تصنيف جمعية مهندسي السيارات الأمريكية **Society of Automotive Engineering**

تم التصنيف كما يلى :

١. زيت SAE 10 W خفيف للتليين .

٢. زيت SAE 20 W متوسطة اللزوجة للاستخدام شتاءاً

٣. زيت SAE 30 W متوسط اللزوجة للاستخدام صيفاً

٤. زيت SAE 20/50 W زيت متعدد الدرجات يصلح للاستخدام صيفاً وشتاءاً.

تغيير زيت المحرك :

تتوقف الفترة التى يجب تغيير زيت المحرك بعدها على عدة عوامل وأهمها :

١. هل يعمل المحرك فترات طويلة دون توقف .

٢. هل أداء المحرك الميكانيكي جيد ومثالي .

٣. درجة حرارة التشغيل بين ٨٥ غلى ٩٥ درجة مئوية .

٤. فلتر الزيت بحالة جيدة ونظيف .

٥. ثقب التنفيس لحوض الزيت يعمل جيداً .

٦. توقيت الإشعال صحيح .

٧. فلتر الهواء نظيف .

٨. نظام عمل المغذي (الكاربرتير) صحيح ومضبوط .

٩. المحرك يعمل فى أجواء نظيفة غير ترابية أو رملية .

وتعد كل الظروف السابقة ظروفاً مثالية يمكن إذا توافرت جميعها أن يتم تغيير الزيت على لاأقل كل ٧٥٠٠ كم ولكن إذا كانت هذه الظروف غير متوافرة جميعها تقل الفترة وتصل إلى نحو ٣٠٠٠ كم . أما عند أسوأ الظروف حيث لا يتوافر أي من العوامل السابقة فيجب تغيير الزيت كل نحو ١٠٠٠ كم .

عمل دورة الزيت :

تستعمل فى جميع محركات السيارات الحديثة دورة تزييت مزدوجة حيث تعمل الأجزاء الأساسية تحت تأثير دورة التزييت بالضغط والمقصود بالأجزاء الأساسية هى كراسي التحميل وبنوز عمود المرفق وكراسي تحميل عمود الكامات، حيث يسحب الزيت بواسطة مضخة التزييت ويدفع إلى المرشح ومنه إلى لاأجزاء الرئيسية لتزيتها.

أما الأجزاء الأخري فيتم تزيتها عن طريق رش الزيت حيث يرش الزيت بواسطة حركة عمود المرفق والأجزاء الأخري المتحركة حيث تترسب جزئيات الزيت على لأسطح المختلفة وتتسلل إلى الخلوصات بين المكابس والأسطوانات وغيرها .

مضخة التزييت : يوجد أربعة أنواع من مضخات الزيت وهى :

١. مضخة ترسية . ٢. مضخة دوارة ٣. مضخة ذات مكبس

٤. مضخة ذات ريش .

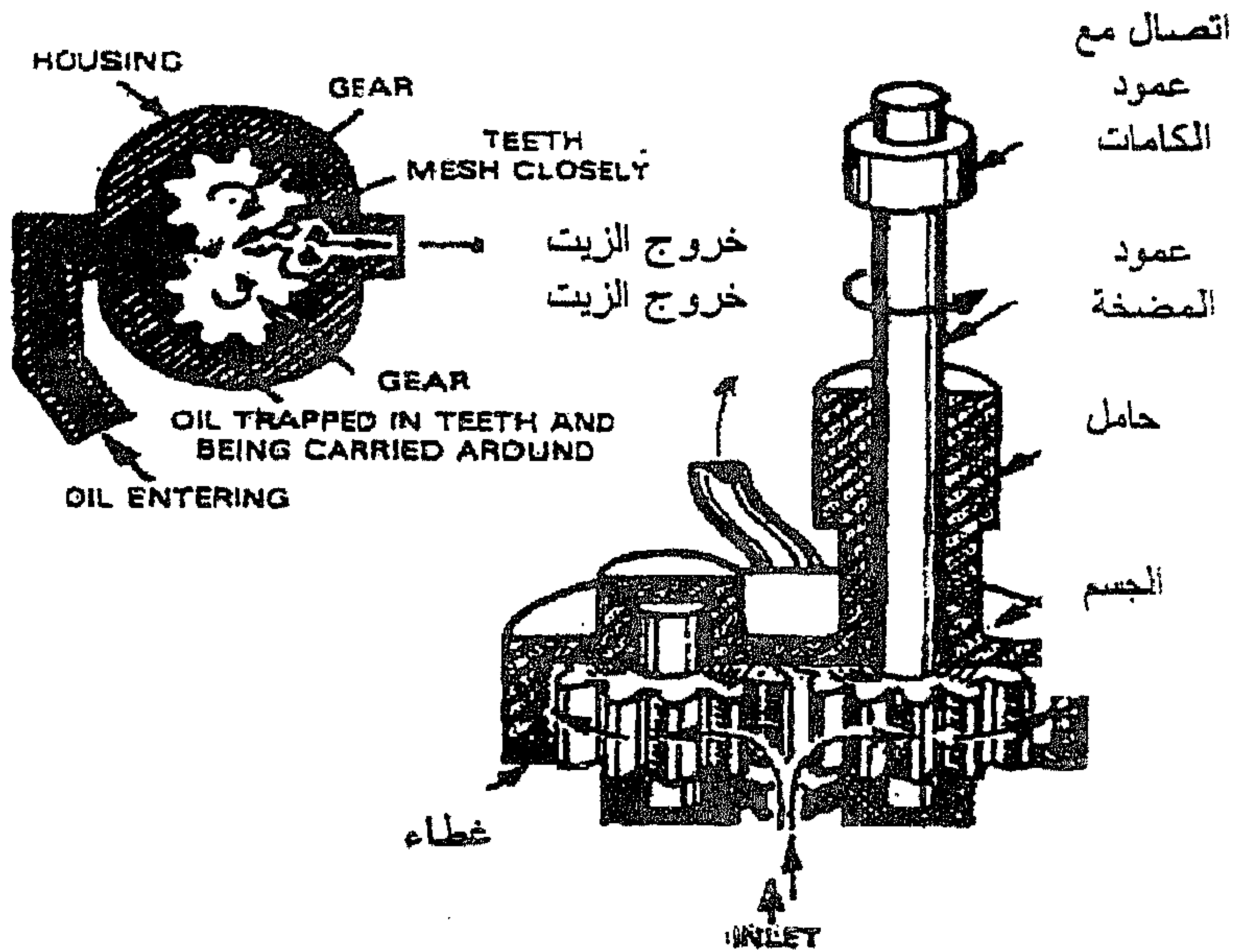
وإن كل النوع الأول والثاني هما الأكثر شيوعا ولذلك سنوضح هذان النوعان فيما يلى .

١. المضخة الترسية :

تتركب المضخة من ترسين متقابلين Gear أحدهما قائد والأخر متضاد ويوضعها داخل غلاف مغلق محكم Housing.

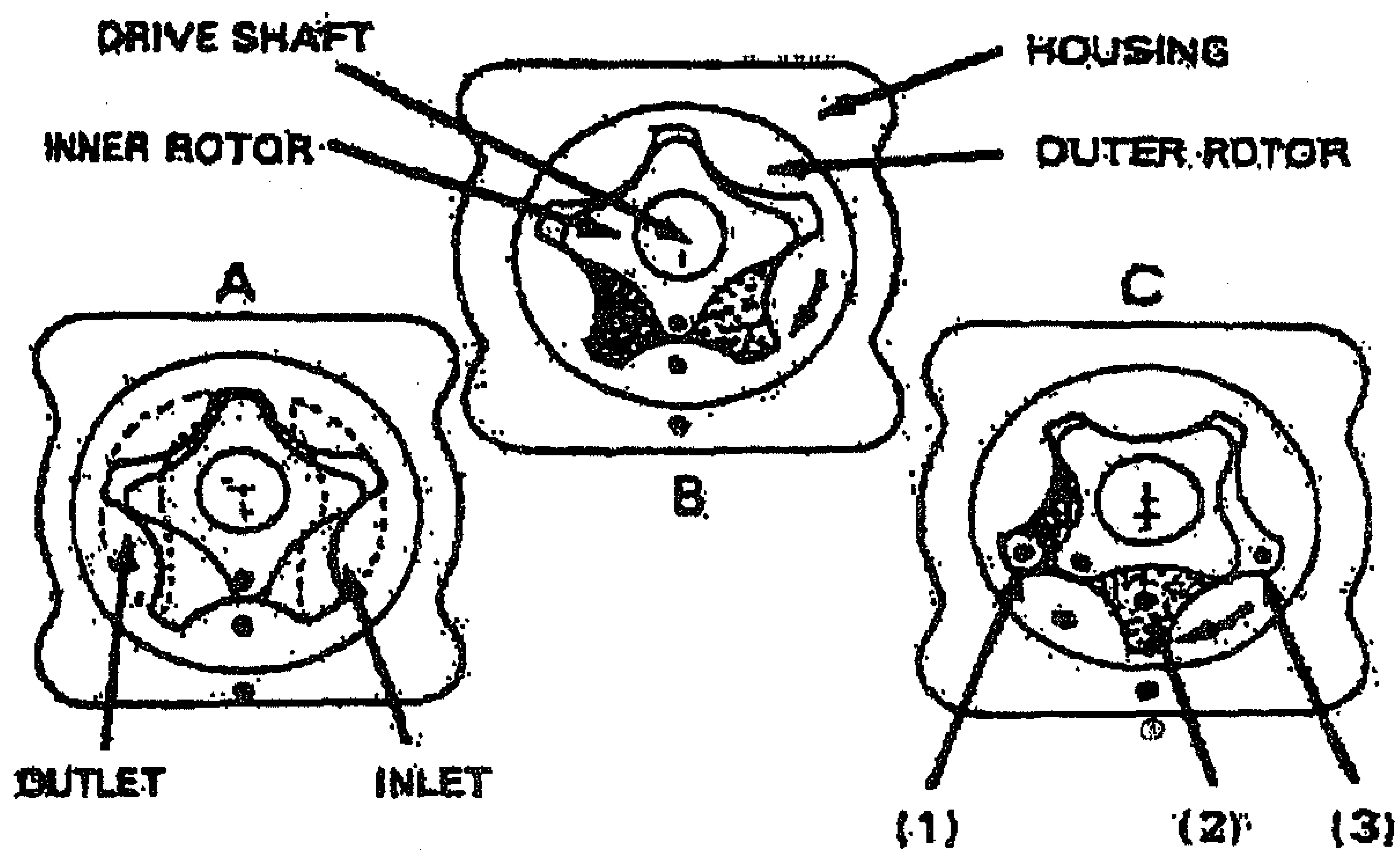
ويدور الترس المنقاد driving gear مع عمود طويل Shaft يستمد حركته من ترس حلزوني spiral gear مثبت على عمود الكامات .

ويجب أن لا يكون هناك أى احتكاك بين تروس المضخة والغلاف الموضوعين فيه . وعند حركة الترس القائد يدير الترس المنقاد حيث يسحب كمية الزيت بين اسنان الترسين ويدفعا فى اتجاه مخرج المضخة حيث لا يستطيع الزيت النفاذ بين أسنان التروس وباستمرار دوران التروس تسلم كمية أخري عند مخرج المضخة ويرتفع الضغط فيدفع الزيت إلى مجاري التزييت المشكلة لجسم المحرك بالضغط المطلوب. والشكل يبين الأجزاء المختلفة للمضخة والمصفاة .



٢. المضخة الدوراة :

تستخدم غلاف مركب بداخله عضو دوار خارجي وآخر دوران داخلي كما بالشكل



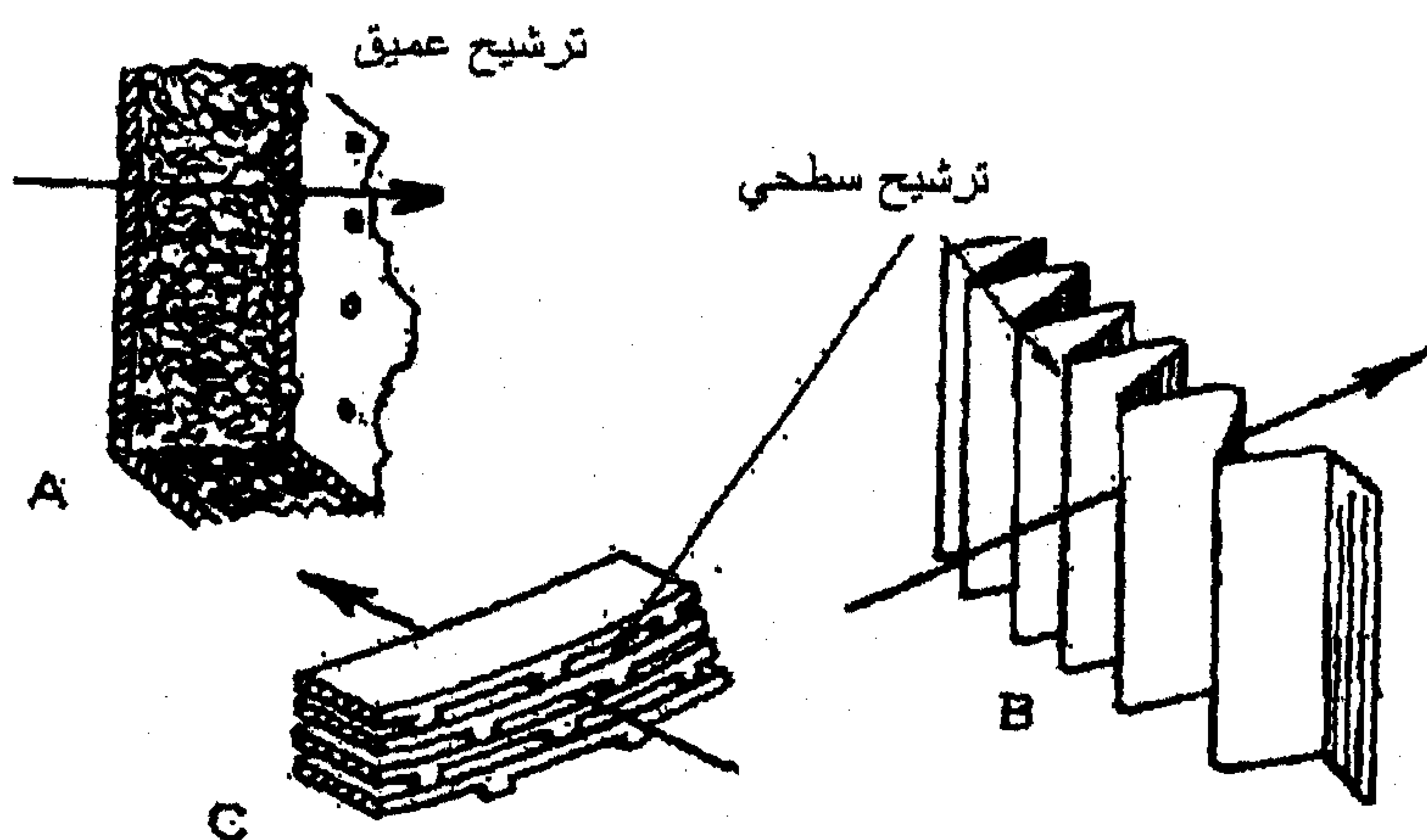
والعضو الدوار الخارجي مشكل به تجويف داخلي على شكل نجمه مستديرة الحواف بينما العضو الداخلي مشكل مربع به تشكيل مقعر ومستدير كما بالشكل حيث يبين داخل العضو الخارجي. ويدار العضو الداخلي عن طريق عمود قائد drive shaft يستمد حركته من عمود الكامات عند دوران العضو الداخلي تقوم أطرافه بالدوران حتى تقود العضو الداخلي فيدور أيضا الشكل (B) وعند دوران العضو الداخلي يكشف ثقب دخول الزيت (٣) وتسحب كمية من الزيت تستمر فى الحركة مع العضو الخارجي حتى يسلمها عند الثقب (١) ثقب الخروج وفى نفس الوقت تكون هناك كمية أخري من الزيت قد ملأت حيز الدخول وتتكرر الدورة .

مرشح الزيت :

يعمل المرشح على تنظيف الزيت من المواد الأسفلتية المترسبة والغبار والراتش وذلك لمنع البلي السريع لأجزاء المحرك ومنع انسداد قنوات الزيت بها .

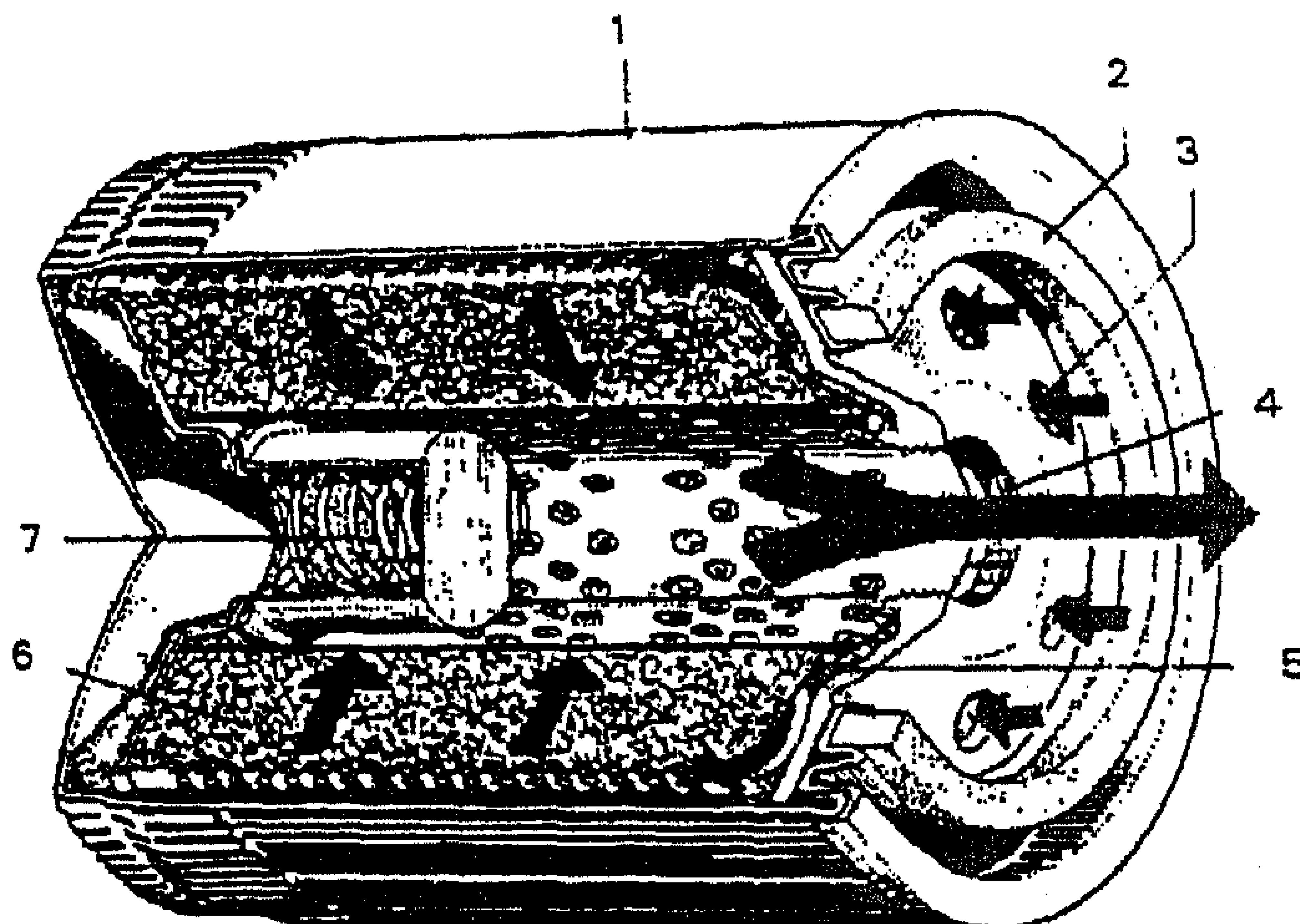
ومواد الترشيح المستخدمة فى الفلاتر متعددة ولكن أكثرها لباد القطن وطيات من الورق أو شرائح معدنية.

ويمثل الترشيح بلباد القطن ترشيح عميق جيد Depth Filtration بينما الورق والشرائح المعدنية ترشيح سطحي Surface Filtration كما بالشكل .

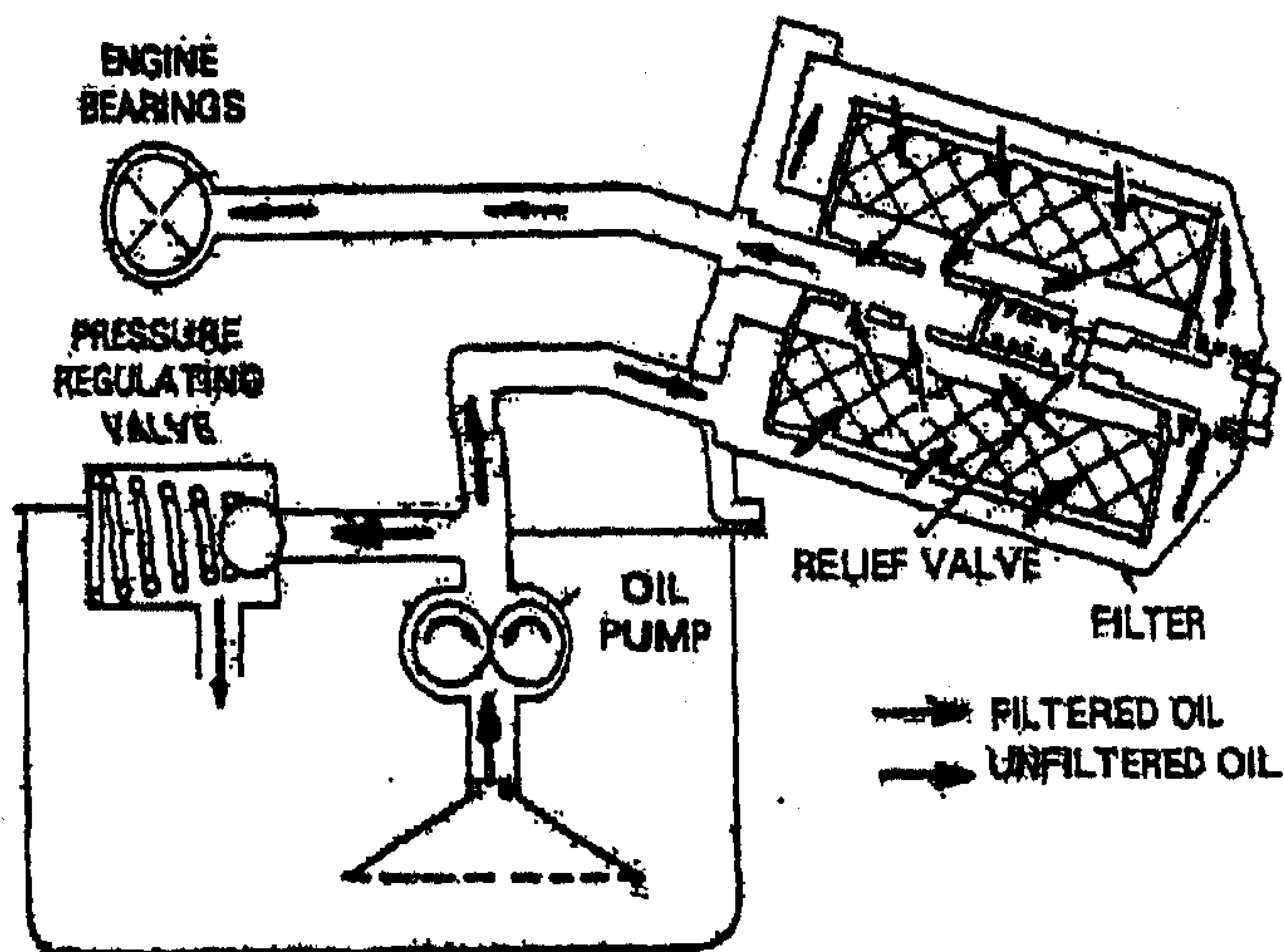


عمل المرشح :

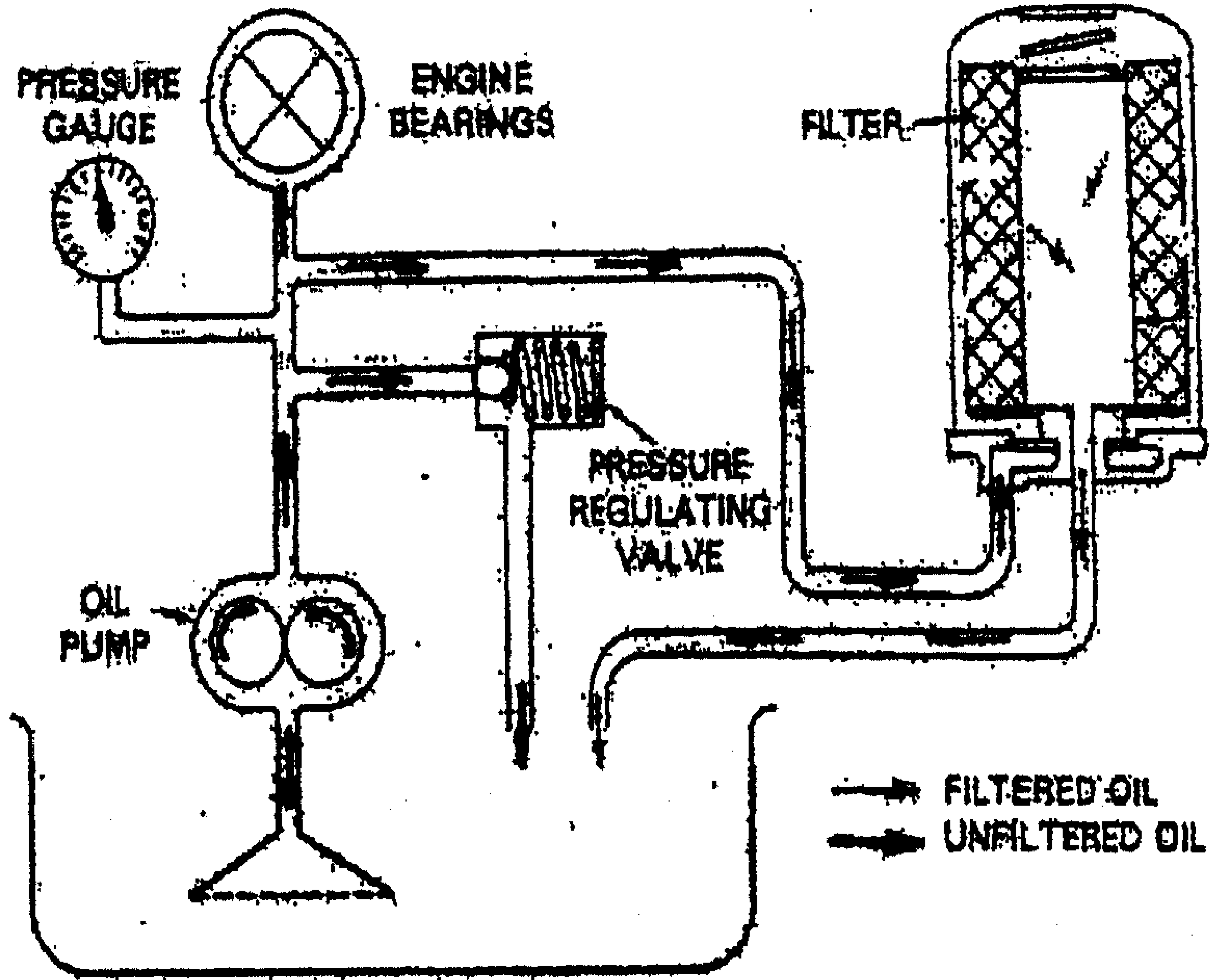
عند ضغط الزيت بواسطة المضخة يمر الزيت إلى الوعاء الحاوي لعنصر الترشيح من الخارج ثم يمر خلال عنصر التشريح ويخرج عند محور الفلتر ومنه إلى مجاري التزييت .



وقد يتم ترشيح جزء من الزيت أثناء عملية الترشيح أو يتم ترشيح الزيت بأكمله قبل رفعه إلى المحامل ويسمى الترشيح لجزء من الزيت Bypass System.



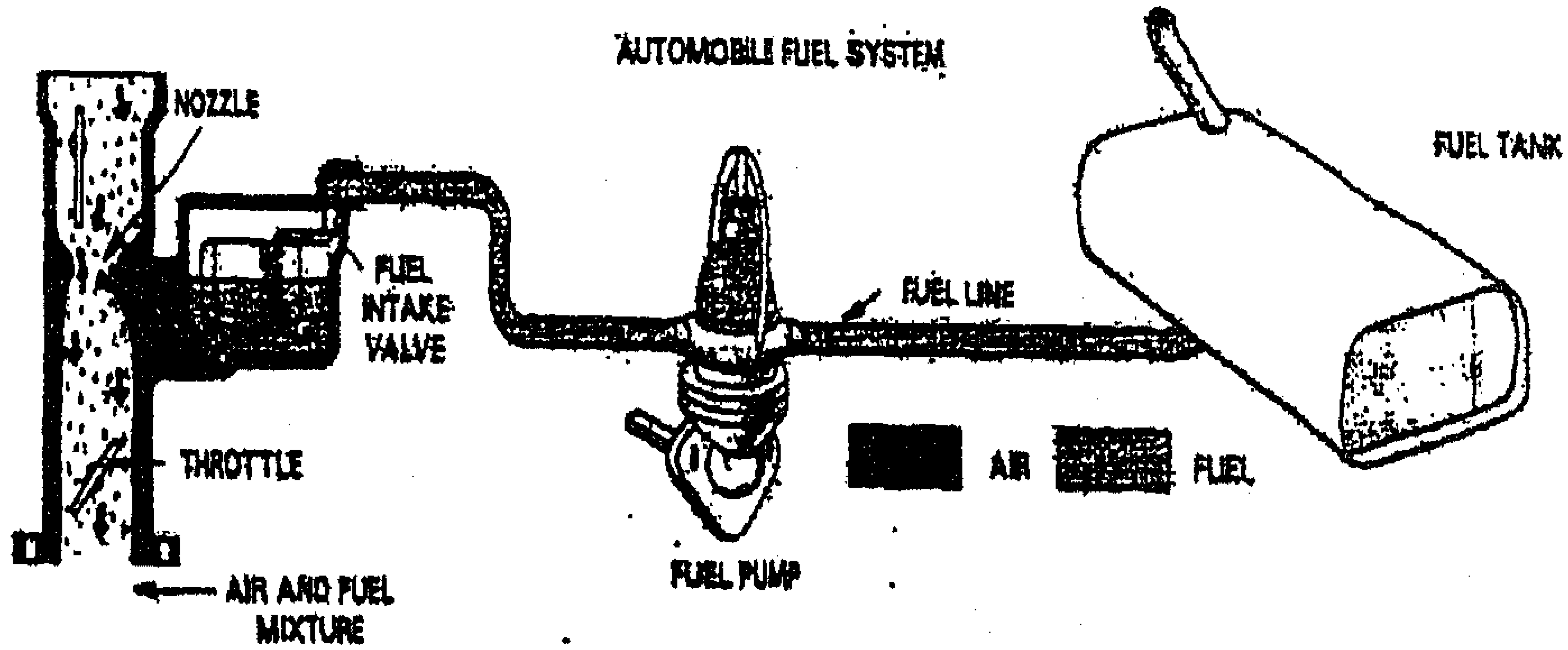
أما الترشيح الكلي فيسمي **Full – Flow System**



الترشيـــــــح الكلي

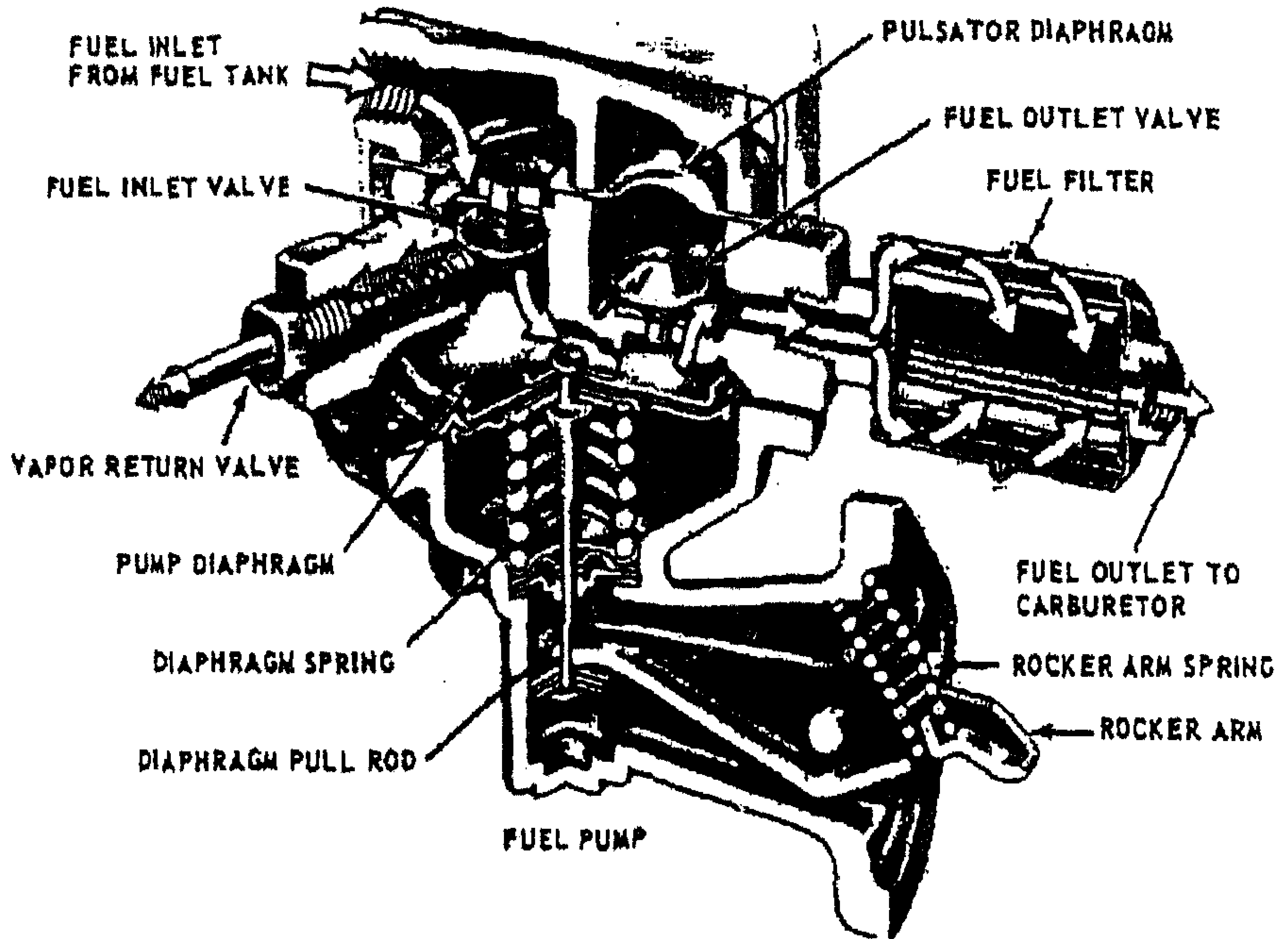
دورة الوقود :

الوظيفة : تكوين خليط متجانس من الوقود والهواء بالنسبة الصحيحة التى تضمن أداء جيد للمحرك عند كل ظروف التشغيل والشكل يوضح دورة وقود ذات مغذي (كربراتير) وهى تتكون من الخزان Fuel Tank وخط الوقود Fuel Line ومضخة الوقود Fuel Pump والمغذى وفيما يلي شرحاً للمضخة والمغذى وهما أهم جزئين فى الدورة .



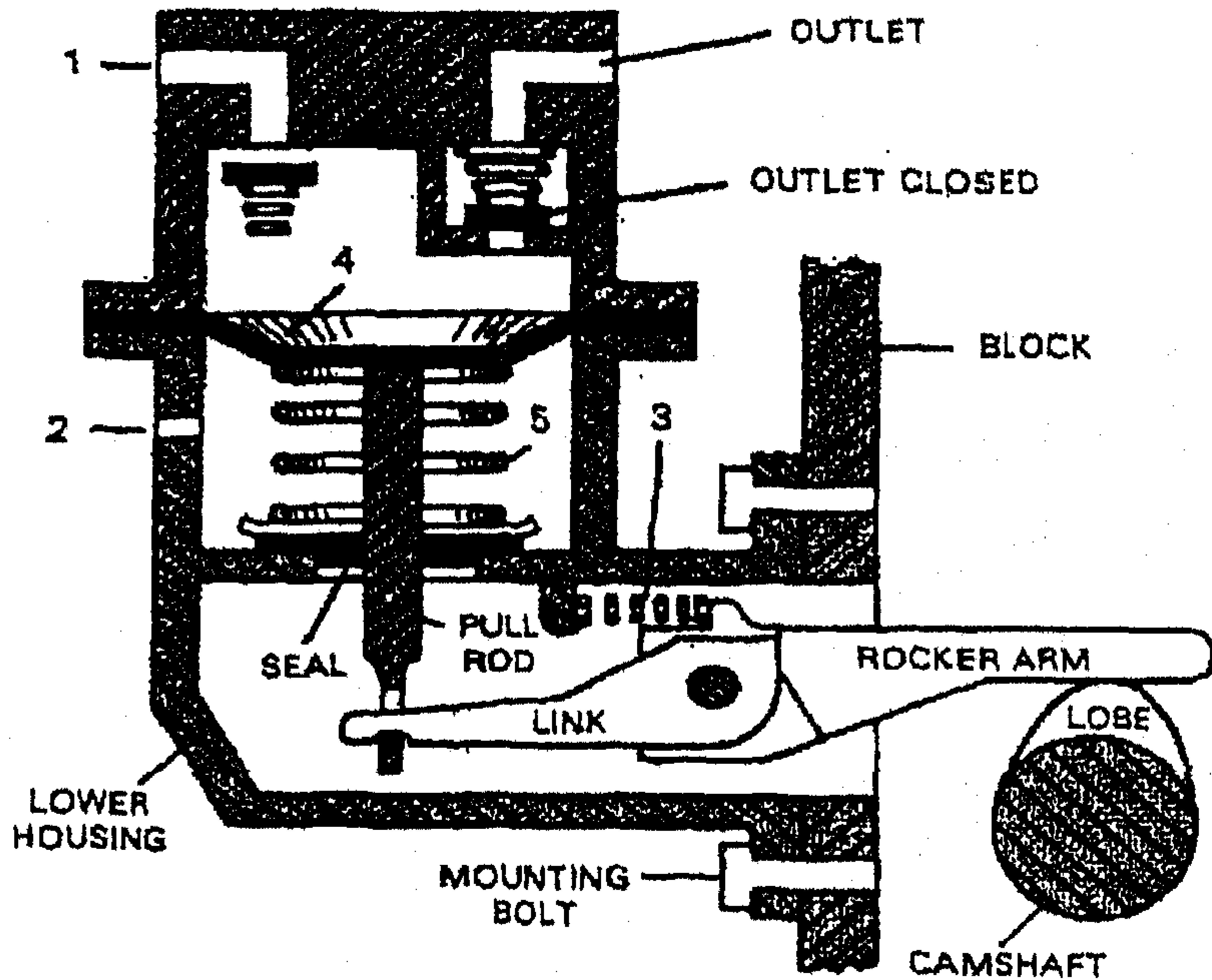
مضخة الوقود :

الشكل يبين قطاع فى مضخة وقود ميكانيكية تتركب من جزئين الجزء العلوي عبارة عن غرفة بها فتحات الدخول inlet وفتحات الخروج outlet وكذلك صمام السحب inlet Valve وصمام التسليم outlet valve بالإضافة إلى ماسورة الفائض Return والجزء السفلى يبدأ برادخ Diaphragm محمل على ياي Diaphragm Spring ويتصل الرداخ مع رافعة الحركة Rocker Arm بواسطة ساق Pull Rod ولضمان اتصال تام بين رافعة الحركة مع عمود كامات المحرك يؤثر على الرافعة نابض Rocker Arm Spring.



نظرية التشغيل :

يوضح الشكل تخطيطي لقطاع فى مضخة ميكانيكية سيتم الشرح عليه .



شوط السحب :

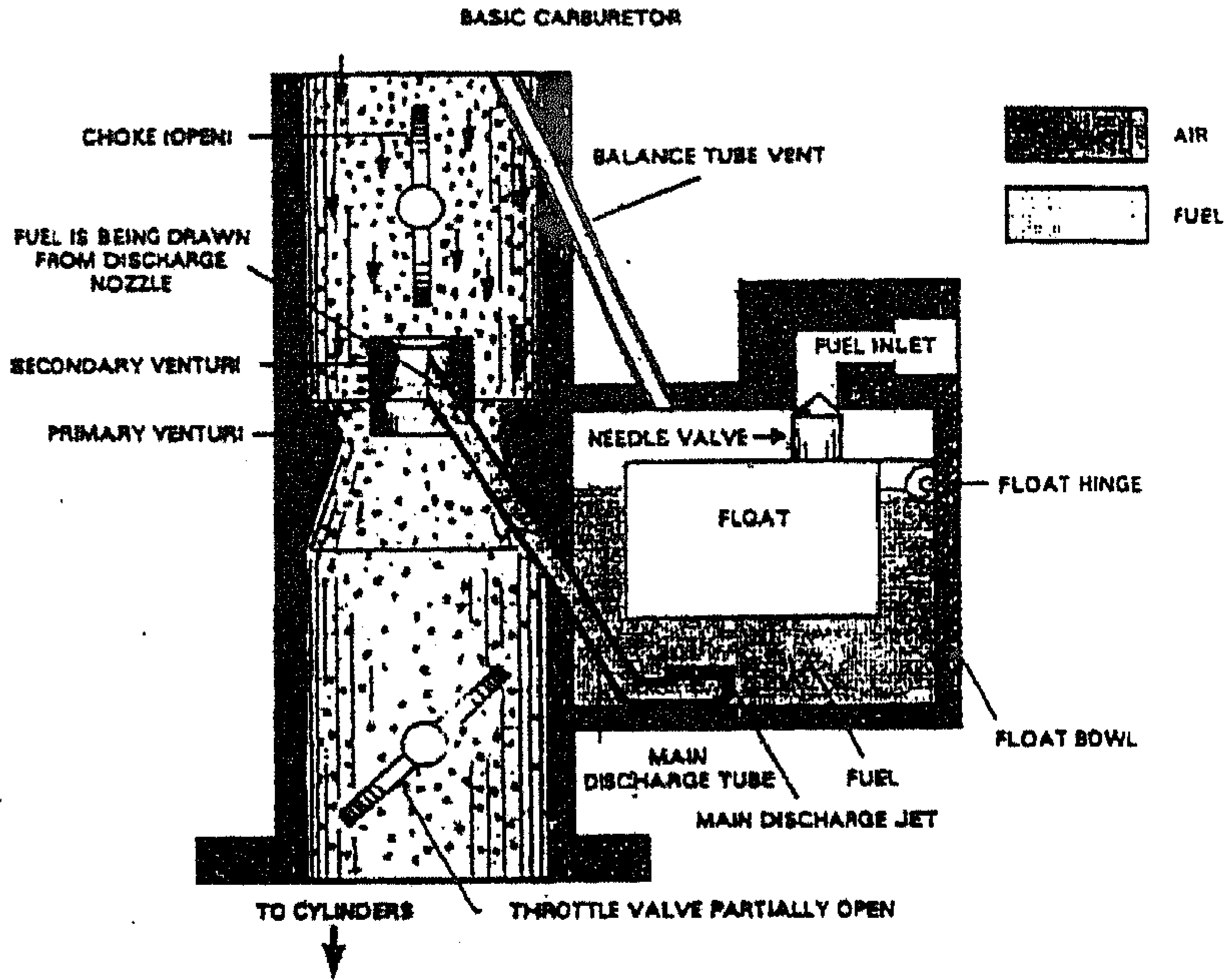
أثناء شوط السحب تتحرك الرافعة Rocker Arm على المحيط اللامركـزي لحدبة Lope عمود الكامات حيث يدفع طرفها إلى الخارج (ضد المحرك) مما يؤدي إلى سحب ساق الرداخ Pull Rod لأسفل ساحباً معه الرداخ لأسفل ومسبباً انخفـاض فى الغضط داخل حيز التعبئة أعلى الرداخ فيسحب الوقود من خلال صـمام السـحب intlet valve _ المفتوح بتأثير انخفاض الضغط داخل المضخة .

شوط التسليم :

عند زوال تاثير عمود الكامات على رافعة المضخة يتحرك الـرداخ لأعلـى بتأثير ضغط نابض الرداخ (٥) فيغلق صمام السحب ويفتح صمام التسليم outlet valve ويتم دفع الوقود المضغوط خلال صمام التسليم ومنه إلى غرفة العوامـة فـى المغذي وتتكرر هذه الدورة باستمرار إدارة المحرك .

الكربراتير (المغذي)

هو جهاز لتحضير خليط الوقود والهواء ويركب على مجمع السحب للمحـرك والشكل يوضح التركيب الأساسي للمغذي غرفة العوامـة Float Bowl والعوامـة Float المثبتة مع جسم الغرفة بواسطة مفصل Float hinge ويحمل على العوامـة صمام الإبرة Needle valve التى تتحكم فى مدخل الوقود fuel inlet ويوجد فـى قاع الغرفة المنفث (فونية) الرئيسي للوقود المتصل بالفوهة الرئيسية للوقود. والتـى تقـع عنـد منطقـة الاختنـاق venturi عنـد عنـق المغـذى بالإضـافة إلـى وجـود ممـر لتعـويض الهـواء عنـد سـحب الوقـود مـن غرفـة العوامـة Balance tube Vent الشكل.



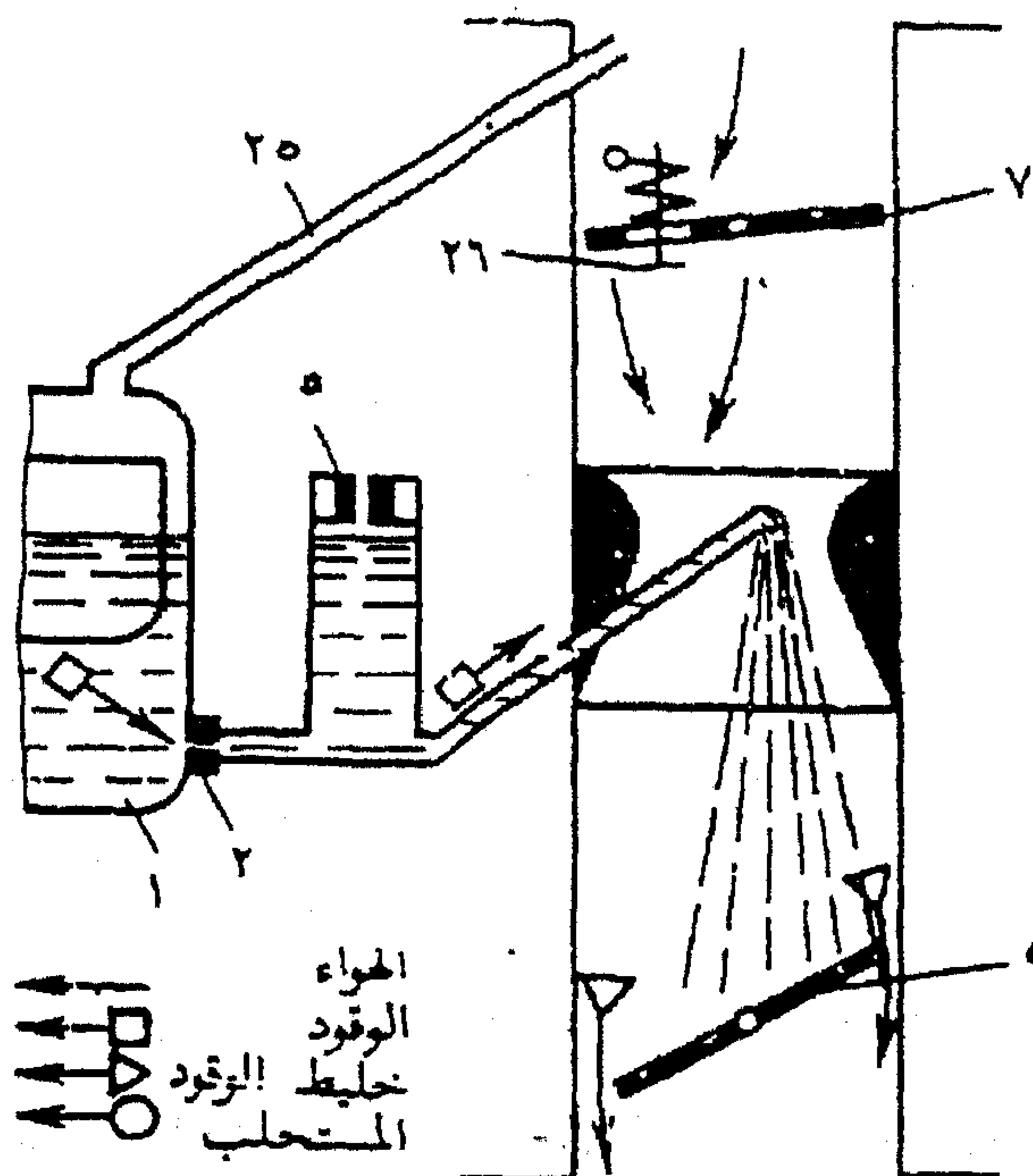
نظرية العمل :

عند إدارة المحرك ومرور الهواء عند المغذي حيث منطقة الاختناق يحدث انخفاض فى الضغط فى هذه المنطقة حيث توجد الفوهة الرئيسية وتحت تأثير فرق الضغط عند هذه المنطقة وغرفة العوامة يسحب الوقود من الغرفة ويختلط مع الهواء المسحوب ويتجه إلى مجمع السحب فى حالة تذرية مرورا بصمام الاختناق ولكن ليست هذه الطريقة هى التي يعمل بها المغذي دائما حيث أنه توجد على الأقل خمسة حالات تشغيل للمغذي يجب عليه خلالها أن يؤمن الخليط المناسب إضافة إلى المراحل البينية التى تقع بين هذه الحالات الخمس التى سيتم شرحها الآن.

أولا: بدء إدارة التشغيل على البارد :

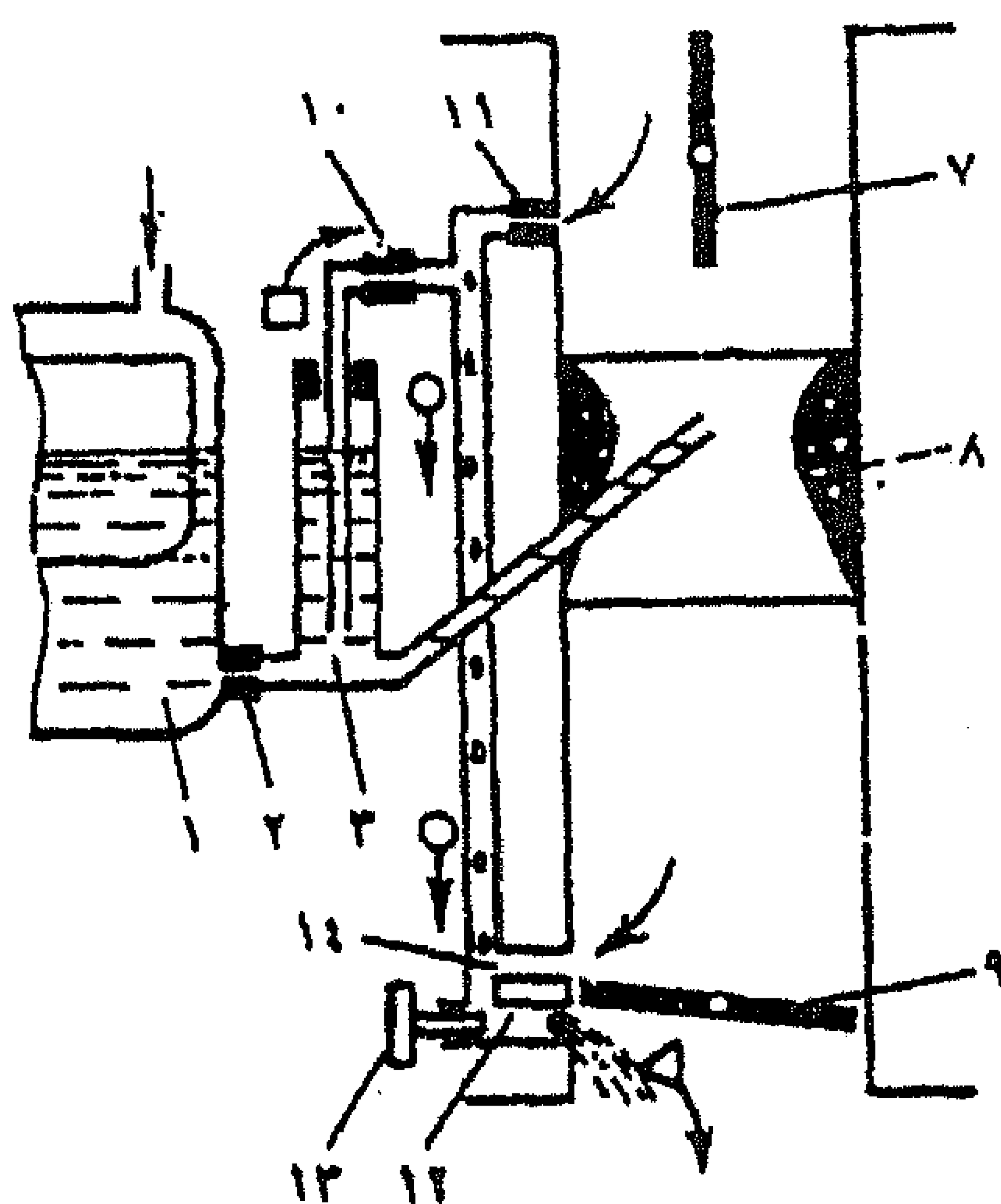
يحتاج المحرك فى هذه المرحلة إلى خليط غني حتى يمكن تبخر جزء من الوقود يعمل على إدارة المحرك حيث تكون نسبة التبخر منخفضة وكذلك للتغلب على المقاومات العالية داخل لمحرك عند بدء التشغيل (لزوجة زيت مرتفعة – احتكاك كبير) بين أجزاء المحرك لعدم توافر طبقة زيت بين الأجزاء المحتكة .

في نظام المغذي: يكون الشفاط في وضع سحب فيغلق صمام الخنق الموجـود بأعلى المغذي مما يؤدي إلى زيادة قيمة التخلخل عند منطقة الفنشوري ويسبب ذلـك سحب كمية وقود كبيرة من غرفة العوامة وبعد تشغيل المحرك وارتفاع درجة حرارته يتم إرجاع الشفاط يدوياً او أتوماتيكياً بحيث يعمل على فتح صمام الخانق فتقل قيمـة التخلخل في منطقة الفنشوري وتقل الكمية المسلمة من الوقود.



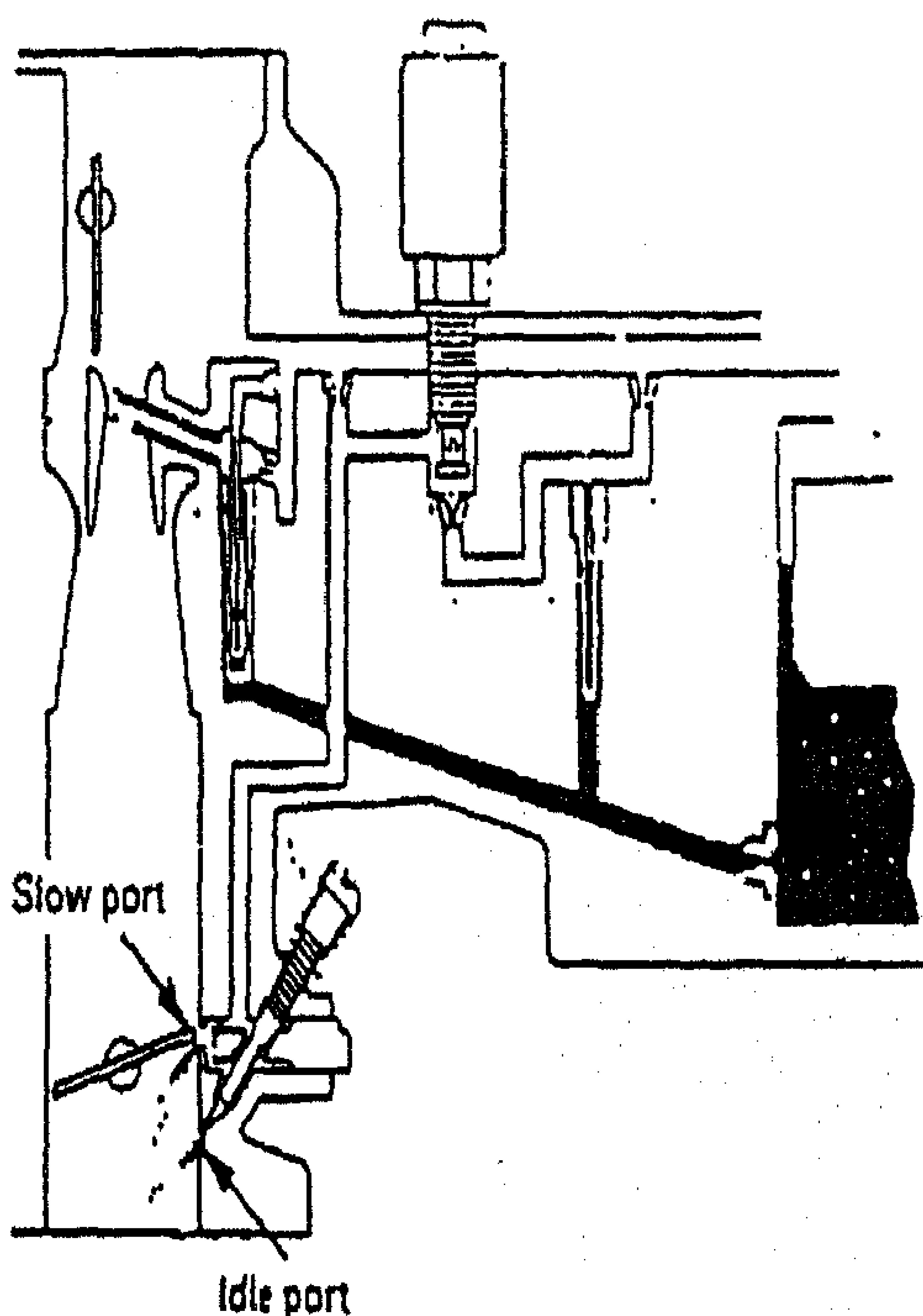
١. غرفة العوامة
٢. المنفث الرئيسي
٣. حوض الاستحلاب
٤. أنبوب الاستحلاب
٥. المنفث الهوائي لمنظومة رئيسية لتحديد الجرعات
٦. الرشاشة
٧. صمام الخنق الهوائي
٨. الناشرة
٩. الصمام الخانق
١٠. منفث الوقود لمنظومة الدوران البطئ
١١. المنفث الهوائي لمنظومة الدوران البطئ
١٢ و١٤. فحتان
١٣. لولب تنظيم نوعية الخليط .
١٥. قضيب المقتصد
١٦. شريحة
١٧. ذراع
١٨. عتلة
١٩. صمام المقتصد
٢٠. الصمام اللارجعي
٢١. مكبس مضخة الإسراع
٢٢. رشاشة مضخة الإسراع
٢٣. صمام التصريف لمضخة الإسراع
٢٤. مفصل
٢٥. قناة الموازنة الأسراع .
٢٦. الصمام الواقي للمنفث الهوائي

ثانيا: التشغيل عند اللاحمل :



وفيه يكون صمام الخانق العلوي قد عاد إلى الوضع الرأسي تقريبا بعد إدارة المحرك والوصول لدرجة حرارة التشغيل ويكون صمام الاختناق فى وضع اللاحمل (السلانسية) حيث يؤثر الانخفاض الشديد فى الضغط أسفل صمام الاختناق على فتحة (ثقب) اللاحمل (١٢) وتمر كمية وقود صغيرة من خلال هذا الثقب تسمح بإدارة المحرك عند هذا الوضع .

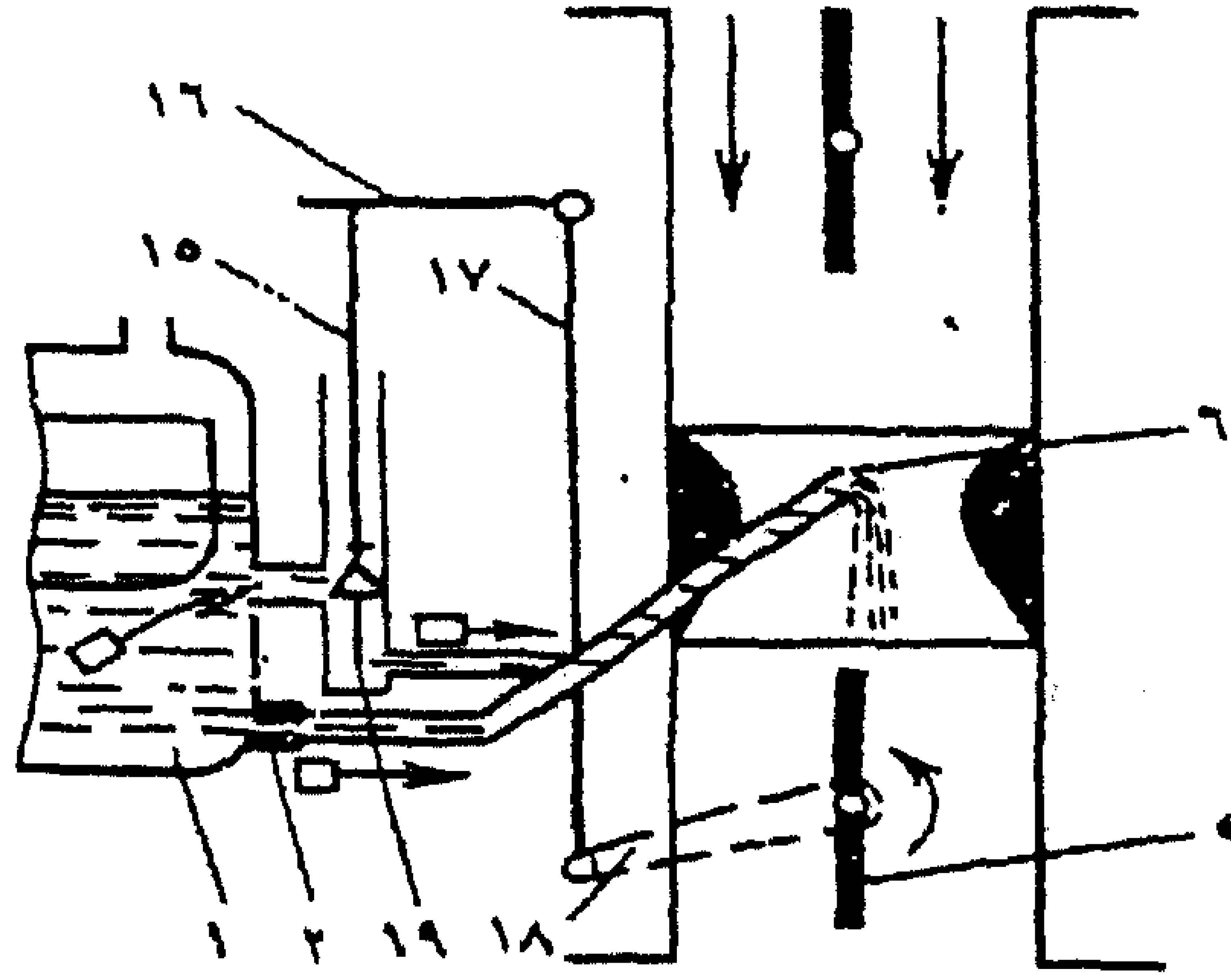
ثالثا: التشغيل عند الحمل الجزئي



يشابه هذا الوضع وضع اللاحمل إلا أنه عند الضغط على بدال الوقود يتحرك صمام الاختناق ليكشف ثقب أو ثقبين أخرين أعلا ثقب اللاحمل ويتأثر بالتخلخل حول الصمام ويبدأ بالسحب الوقود من خلال ثقبين أو ثلاثة يزداد الخليط غني وحيث أنه عند زيادة السرعة فإن كمية الهواء تزيد أسرع من كمية الوقود لأنه أثقل فقد يحدث تأخير لحظي فى تغذية الوقود .

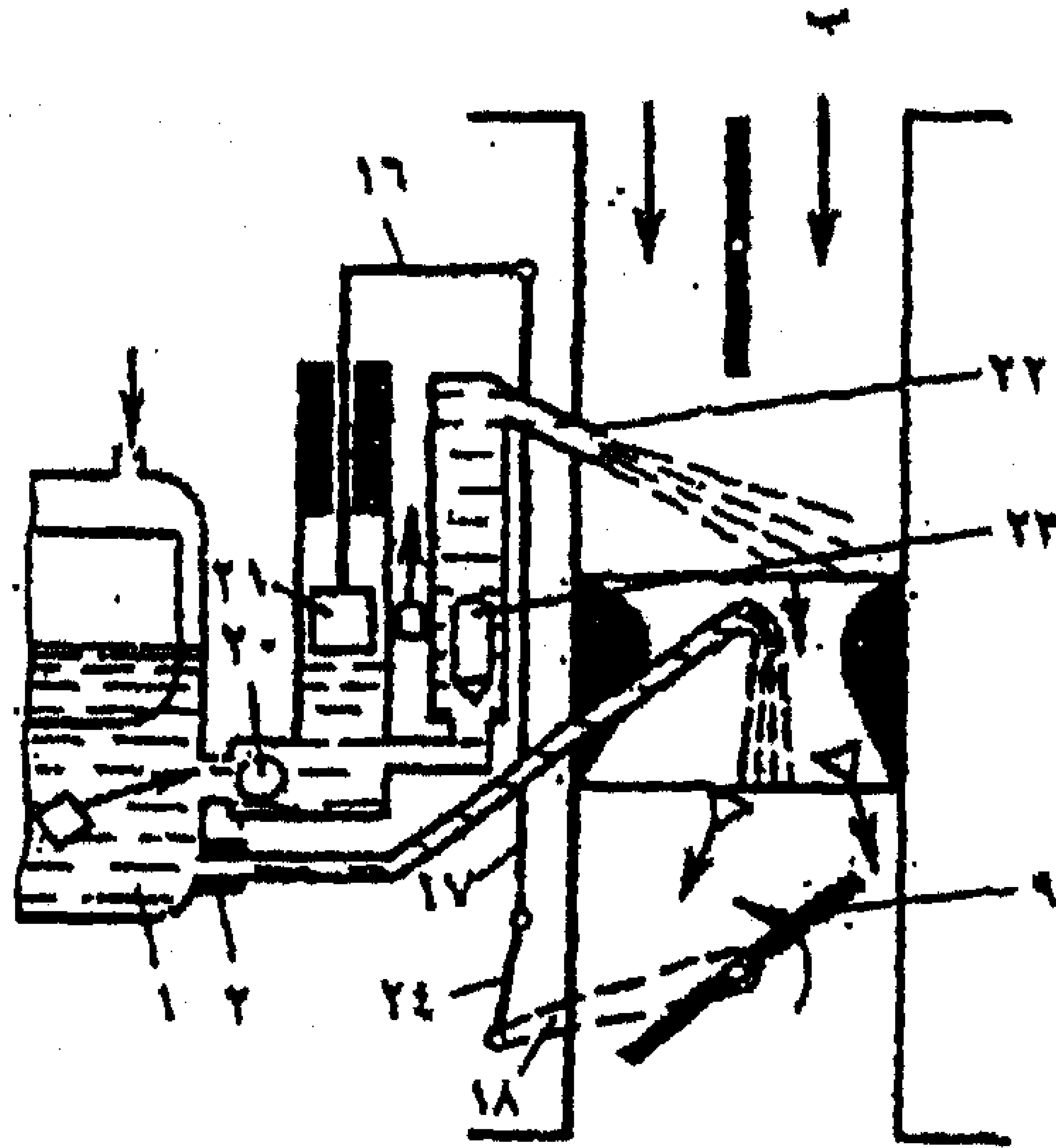
رابعا: الحمل الكامل (السرعة العالية)

فى نظام المغذي تتوقف الكمية المسلمة من الوقود على مقدار التخلخل عند منطقة الفنشوري ويكون الخليط فى هذا الوضع خليطاً مخففاً وعند الحاجة إلى تخطي سيارة وزيادة السرعة فإن هذا الخليط المخفف لن يعطي السرعة المطلوب فوراً ولذلك تستخدم مضخة تعجيل لهذا الغرض .



خامسا: التعجيل :

يحدث اثناء التعجيل تأخير لحظي فى ضخ الكمية اللازمة من الوقود ولـذلك تزود المغذيات بمضخة تعجيل تحقن كمية إضافية من الوقود فوق منطقة الفنشوري .

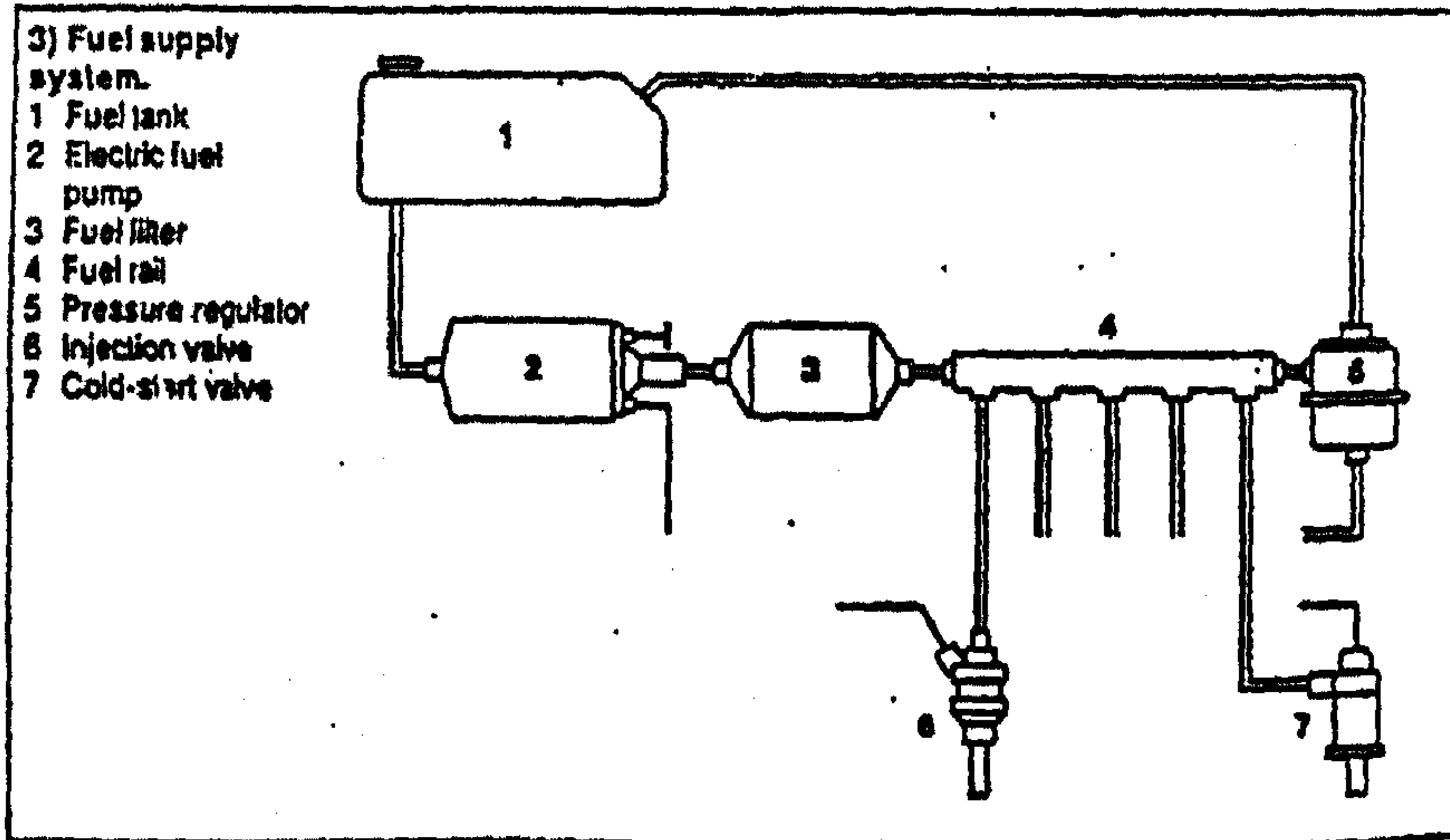


الحقن الإلكتروني للوقود

دورة الوقود البسيطة :

يمر الوقود من الخزان إلى المضخة التى تدفع الوقود بضغط نحو ٣ بار إلى المرشح، ومنه إلى ماسورة التوزيع الرئيسية. حيث تتصل هذه الماسورة بصمامات الحقن بالإضافة إلى صمام العمل على البارد، وتنتهي الماسورة بمنظم ضغط يعمل على تثبيت الضغط فى ماسورة التوزيع وإعادة الفائض إلى الخزان مرة أخري .

ووجود ماسورة التوزيع يؤمن ضغط متساوي لجميع الصمامات كما يساعد شكل الماسورة ووضعها على سهولة فك وتركيب صمامات الحقن .



نظام حقن الوقود الكترونيا

هو نظام يتم التحكم فيه إلكترونيا حيث يحقن الوقود فى مجمع السحب على فتحة صمام السحب بضغط ٣ بار بالإضافة غلى وجود صمام عمل المحرك على البارد والساخن، ومنظومة قطع الوقود التى تعمل إلكترونيا بواسطة وحدة التحكم الإلكترونية.

ويلاحظ أن الوحدة الإلكترونية فى هذا النظام تتصل مع حساس الهواء Air sensor الذى يتصل مع مقاومة متغيرة تحدد للوحدة وضعه وقد أضيف فى هذا النظام حساس لمكونات العادم يطلق عليه حساس لمبدا، وهو يقوم بإرسال إشارة كهربية لوحدة التحكم تتناسب مع كمية الأكسجين الموجودة فى غازات العادم .

ويعمل النظام على ثلاث مراحل أساسية ...

المرحلة الأولى :

قياس كمية الهواء المسحوبة إلى داخل المحرك . حيث يمر الهواء على حساس الهواء (قرص الهواء) ثم يتابع سيرة إلى غرفة الاحتراق مروراً بالخانق، والذى يتحكم فى كمية الهواء الداخلة إلى المحرك حسب وضع قدم السائق على بدال الوقود .

المرحلة الثانية : عمية إمداد المحرك بالوقود

حيث يدفع الوقود عن طريق طلمبة الوقود ذات الخلايا الدائرية التى ترفع ضغط الوقود إلى نحو ٣ بار ويخرج الوقود إلى الحاقنات injectors (الرشاشات) بواسطة مجموعة أنابيب معدنية، حيث تفتح الحاقنات كهربياً.

ويحقن الوقود داخل جيب (تجويف) الصمام قبل الصمام مباشرة حيث يحدث المزج بين الوقود والهواء وهى المرحلة الثالثة.

المرحلة الثالثة :

ويتم فيها مزج الوقود بالهواء قبل الدخول إلى الاسطوانات .

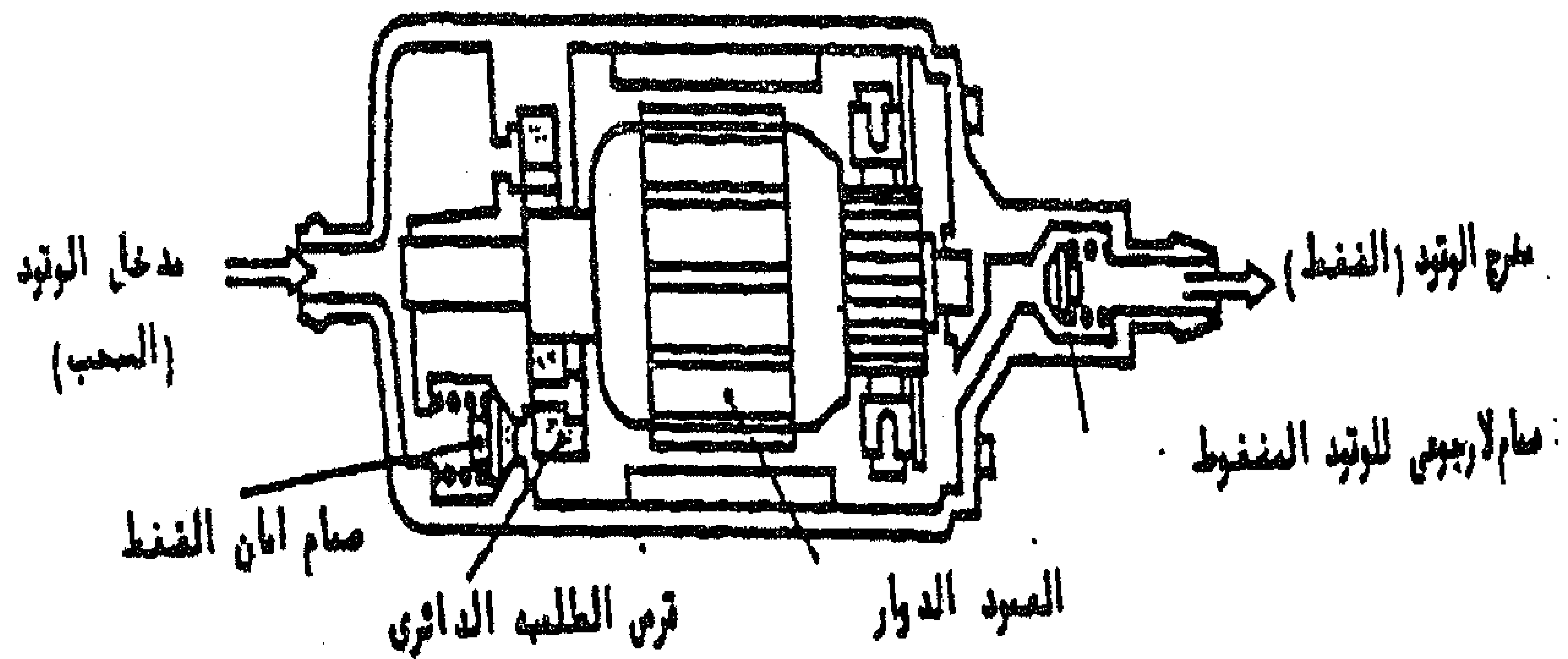
مكونات نظام حقن الوقود الالكتروني نظام موترونيك

١. مضخة الوقود fuel pump:

هذه المضخة هى من نوع مضخة خلايا دائرية، يتدفق خلالها الوقود، وتعمل بواسطة محرك كهربي دائم الدوران مركب على محوره إطـــار حركـــة لامركـــزي، ويوجد بسطحه مجاري توضع بها كرات معدنية تعمل على كبح الوقود، وعدم السماح له بالتسرب من جزء إلى آخر داخل هيكل المضخة.

الوقود لا يتأثر بطاقة المضخة الكهربية، وعمل المضخة هو دفع الوقود إلـــى المحرك ولا يوجد هواء فى حيز المضخة ، وبالتالى لا يمكن حدوث احتراق داخلها.

والشكل يوضح التركيب العام للمضخة :



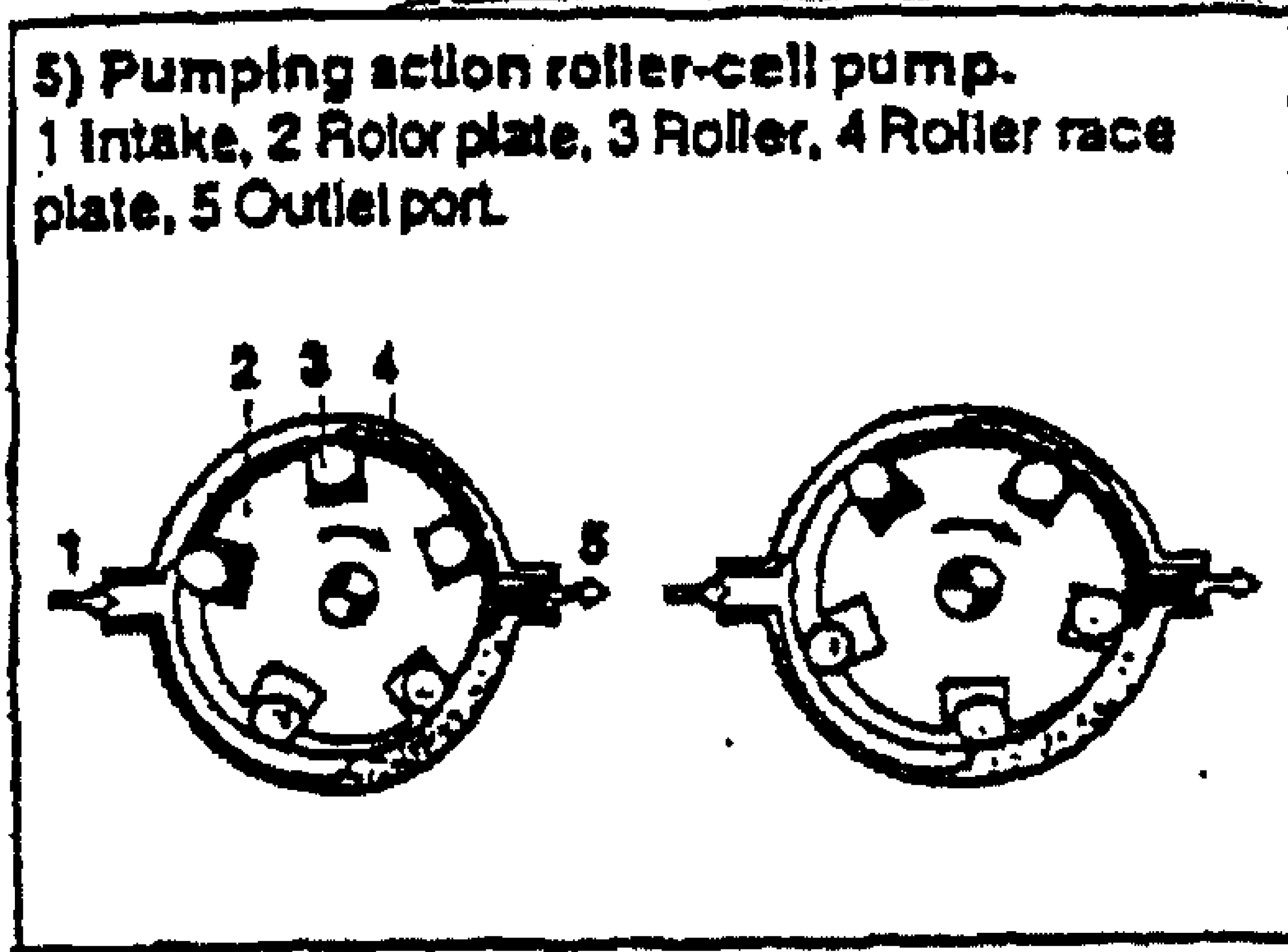
عمل المضخة الكهربائية :

يلاحظ أن المضخة تعمل مع بادئ الحركة، وليس بمجرد فـــتح (الكونتاكـــت) مفتاح التشغيل). عند دوران العضو الدوار تقوم الكرات الصلب بحجز الوقود أمامها، وتبدأ فى ضغطه فى الحيز الضيق (المظلل فى الشكل) حيث تسلمه إلى ماسوره توزيع وتصل الكمية المضغوطة إلى نحو ١٢٠ لتـــر/ ســـاعة، وارتفـــاع الـــضغط يحـــدث

بسبب وجود لامركزية فى الإطار حيث يصبح هناك حيز متسع ، وآخر ضيق يتم الضغط فيه.

والشكل يبين عمل الخلايا الدائرية :

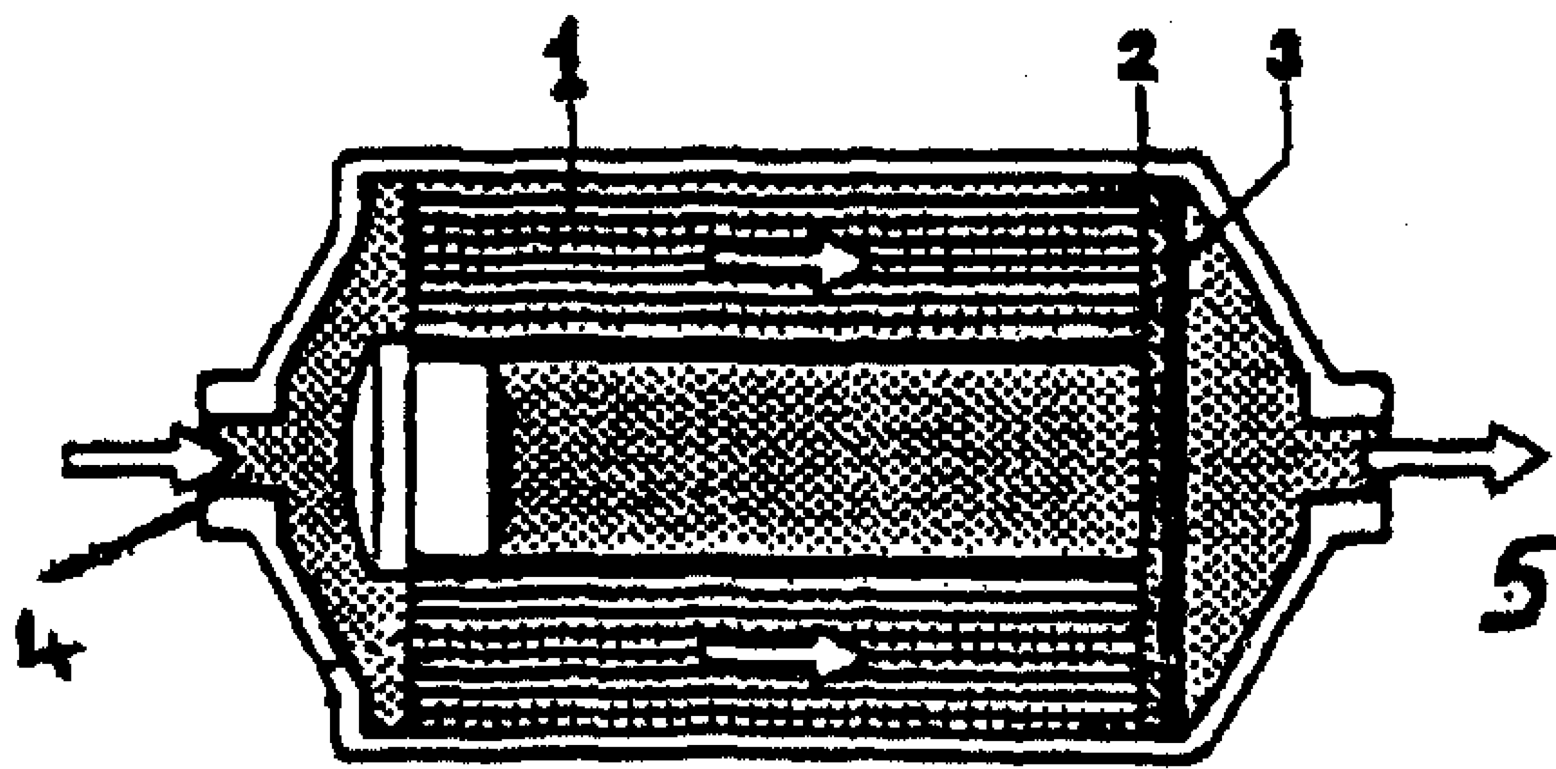
١. مدخل الوقود .
٢. العضو الدوار .
٣. الكرات المعدنية
٤. هيكل المضخة
٥. مخرج الضغط المرتفع .



٢. فلتر الوقود Fuel Filter

مثل أى دورة وقود لابد من جود فلتر يقوم بتنقية الوقود من الشوائب أو بخار الماء المتكثف داخل دائرة الوقود والفلتر المستخدم كما بالشكل:

١. رقائق من ورق.
٢. نوع من اللباد .
٣. مصفاه .
٤. مدخل الوقود
٥. مخرج الوقود



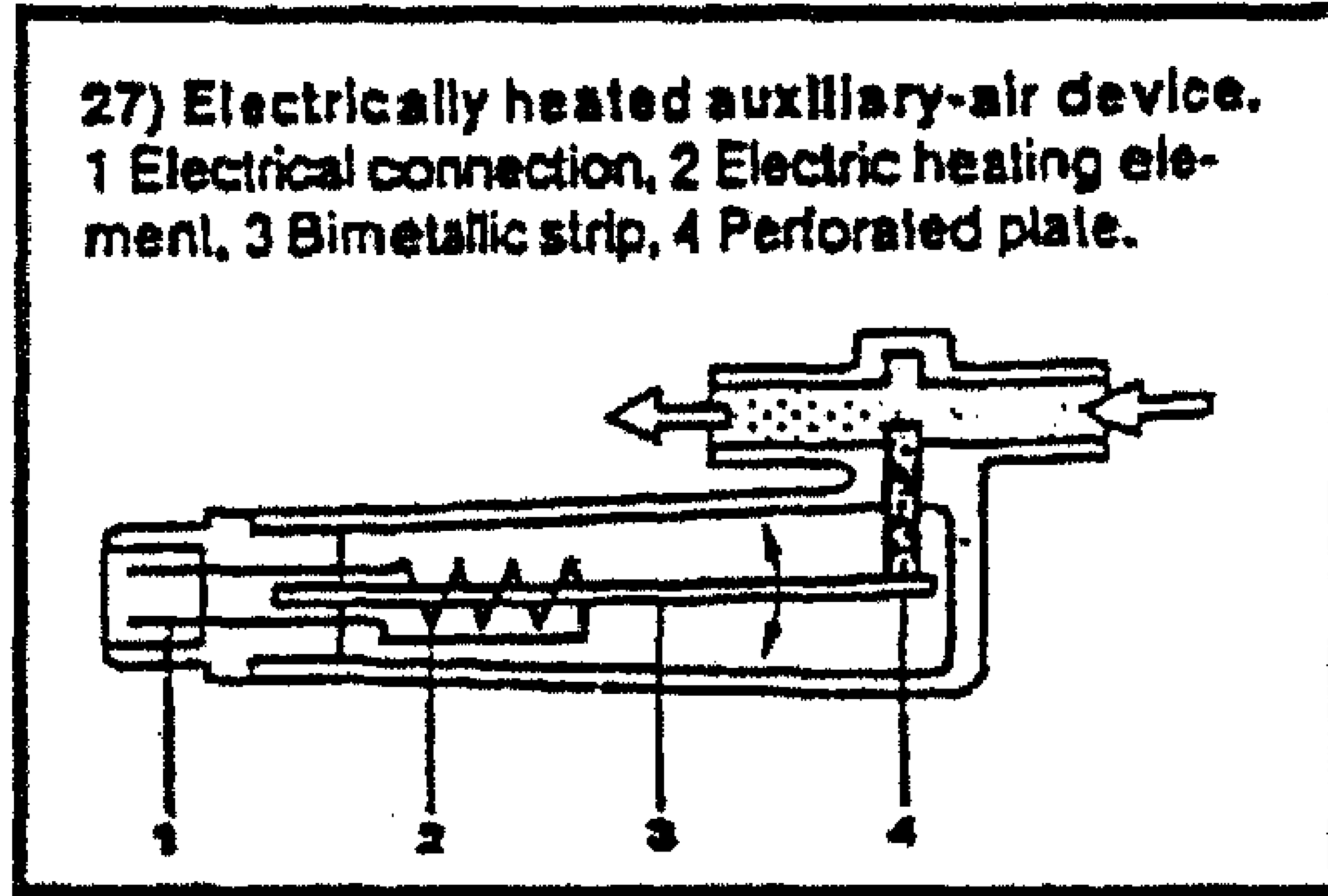
يلاحظ عند تركيب الفلتر وجود سهم يدل على اتجاه دخول الوقود حيث أن التركيب الخاطئ يؤدي غلى تقليل الوقود المتدفق إلى الموزع .

صمام الهواء الإضافى

يركب هذا الصمام على مجمع السحب عند منطقة صمام الاختناق بحيث يؤمن وجود هواء زائد عند بدء الإدارة، وكذلك سرعة اللاحمل. بحيث يسمح لحساس الهواء

عند مدخل الهواء بالحركة لاعلى. وبالتالى يزداد مشوار تحرك كباس الـــتحكم داخـــل هيكله عند بدء الإدارة وكذلك عند سرعة اللاحمل.

* التركيب :



27) Electrically heated auxiliary-air device. 1 Electrical connection, 2 Electric heating element, 3 Bimetallic strip, 4 Perforated plate.

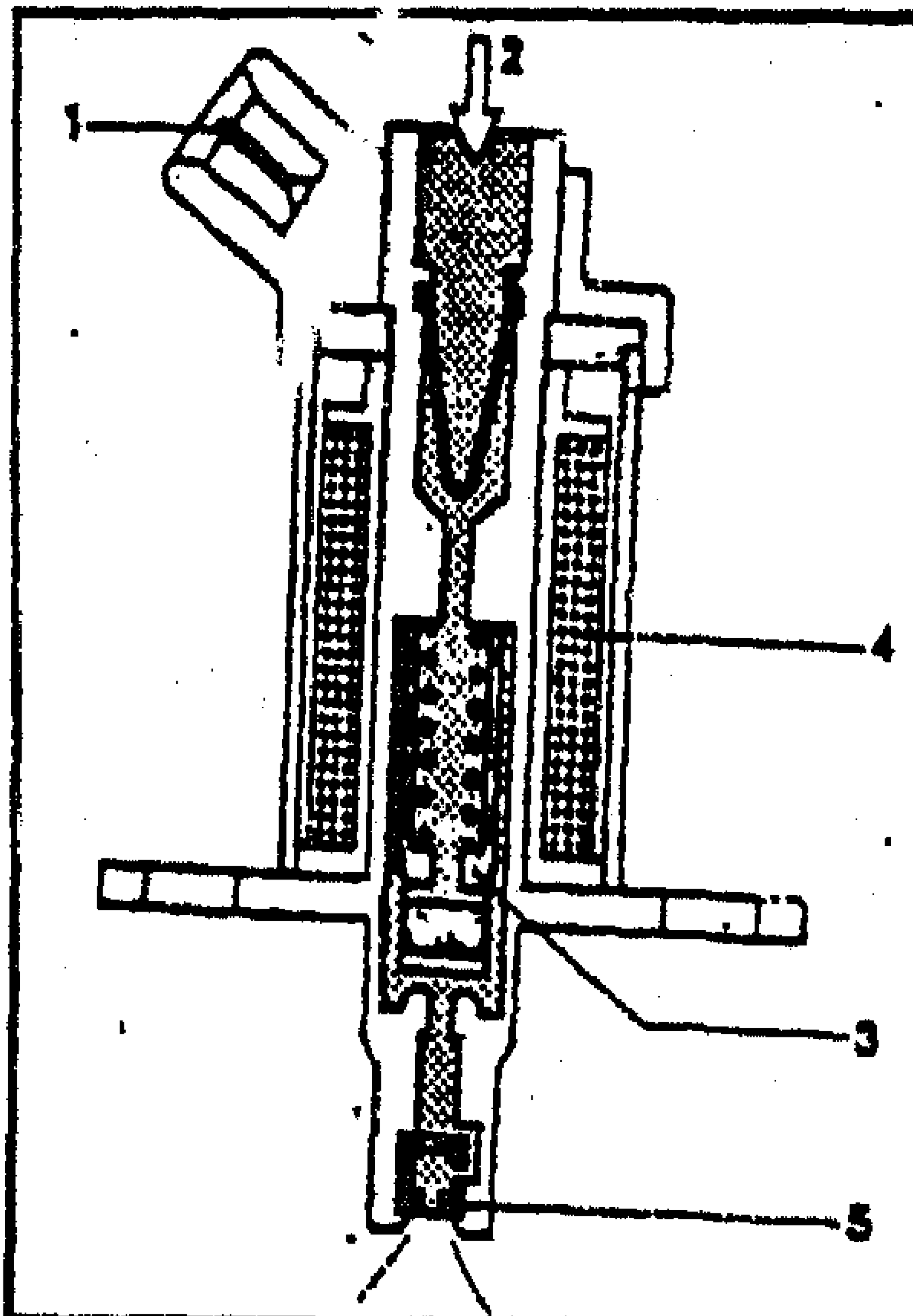
١. الفيشة الكهربائية
٢. شريط تسخين كهربي (ملف).
٣. محور من ازدوج حراري معدني.
٤. قرص الفتح والغلق

* عمل الصمام :

عند بدء الإدارة يمر تيار كهربي خلال الملف الكهربي المركب على الشريحة المعدنية والتى تتمدد بعد تسخينها للتحرك إلى الداخل لتغلق مسار الهواء الإضافى ... وتظل هذه القناة مغلقة طالما كان المحرك ساخنا .

صمام العمل على البارد :

يعمل هذا الصمام كهربائيا، وهو متصل بساعة زمنية حرارية موجـــودة فـــى مجري سريان الماء بجسم المحرك .

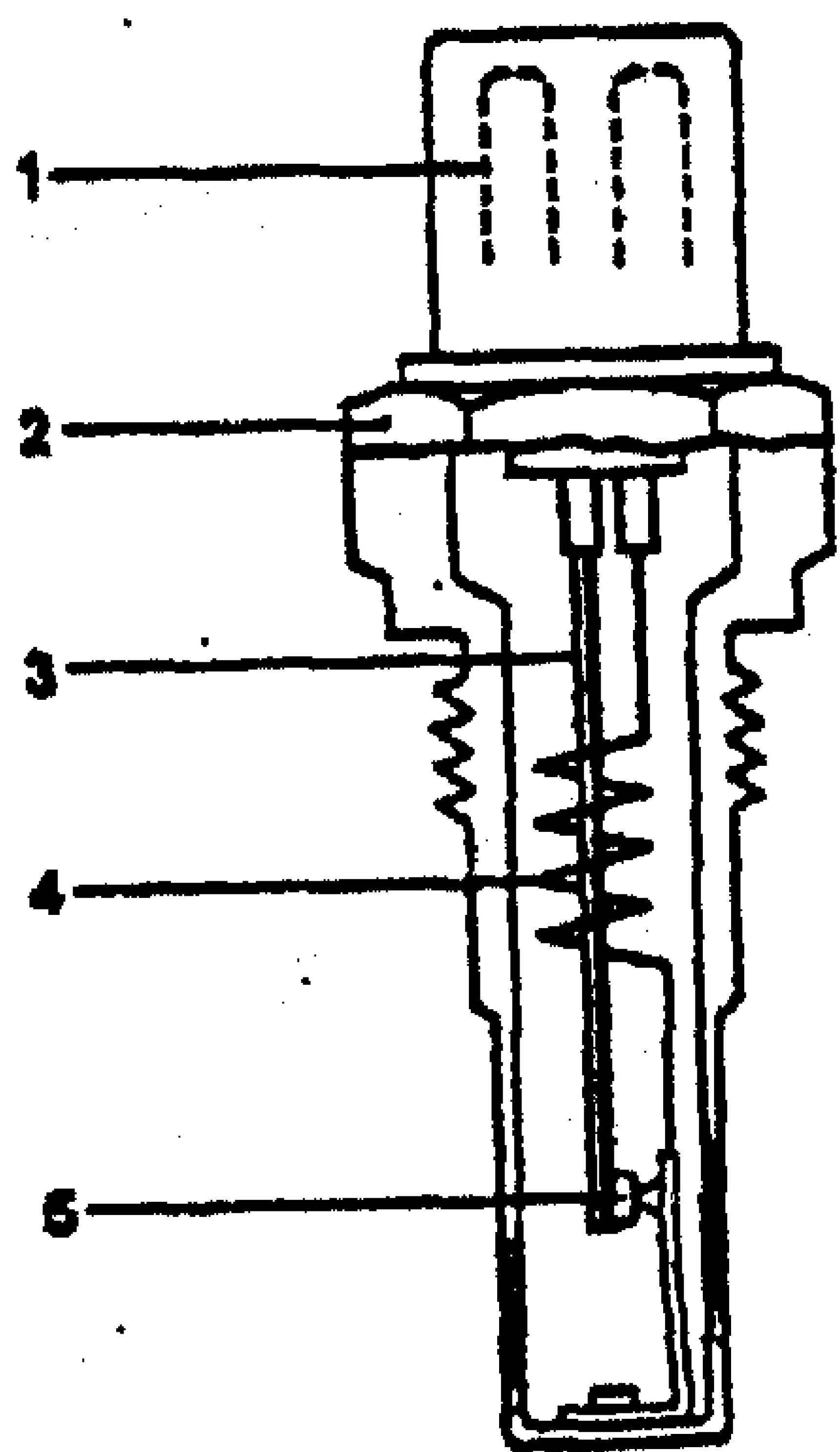


تركيب الصمام :

١. فيشة كهربية . ٢. مدخل الوقود.
٣. قلب معدني
٤. الملف الكهرومغناطيسي .
٥. إبرة الحاقن

طريقة عمل الصمام :

عند بدء الإدارة يحتاج المحرك إلى وقود إضافي حتى يمكن التغلب على المقاومات الناتجة عن برودة المحرك، وكذلك حتى نحصل على الخليط الغني ليسهل تبخر أجزاء كبيرة منه ولذلك يركب صمام العمل على البارد على مجمع السحب ويعمل مع دائرة إدارة بادئ الحركة (المارش) وتكمل الدائرة الكهربائية لصمام العمل على البارد عن طريق مفتاح زمني حراري مركب على جسم المحرك متصلا طرفه المعدني مع مياه تبريد المحرك، وعند فتح الكونتاكت وإدارة المارش يستمر الصمام فى ضخ الوقود داخل مجمع السحب لمدة نحو ٨-١٠ ثواني، وبعدها يتوقف عن الإمداد بالوقود، ويمكن التحكم فى زمن عمل الصمام بواسطة المفتاح الزمنى الحراري.



المفتاح الزمني الحراري :

والذى يتكون كما بالشكل من :

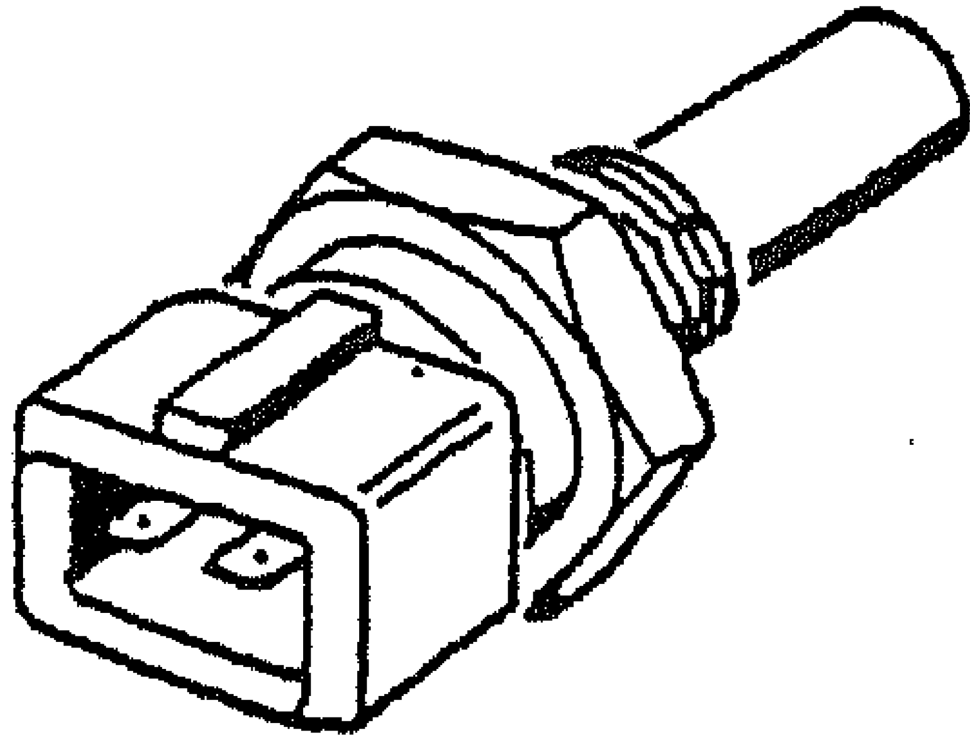
١. فيشة كهربائية .
٢. الجسم المعدني ومسدس الربط.
٣. ازدواج حراري معدني.
٤. ملف تسخين
٥. نقاط توصيل وقطع دائرة الصمام

طريقة العمل :

عندما يصل التيار الكهربي عند إذارة المارش إلى ملف التسخين يقوم بتسخين الازدواج الحراري الذى ينحني بعد نحو ٨-١٠ ثوان لتبتعد نقاط التوصيل (٥) وتقوم بقطع التيار المتجه إلى الملف الكهرومغناطيسي فى صمام العمل على البارد

فينقطع إمداده بالوقود وأيضا عندما يكون المحرك ساخنا فإن مياه التبريد تقوم بعمل ملف التسخين .

حساس درجة حرارة مياه التبريد N.T.C



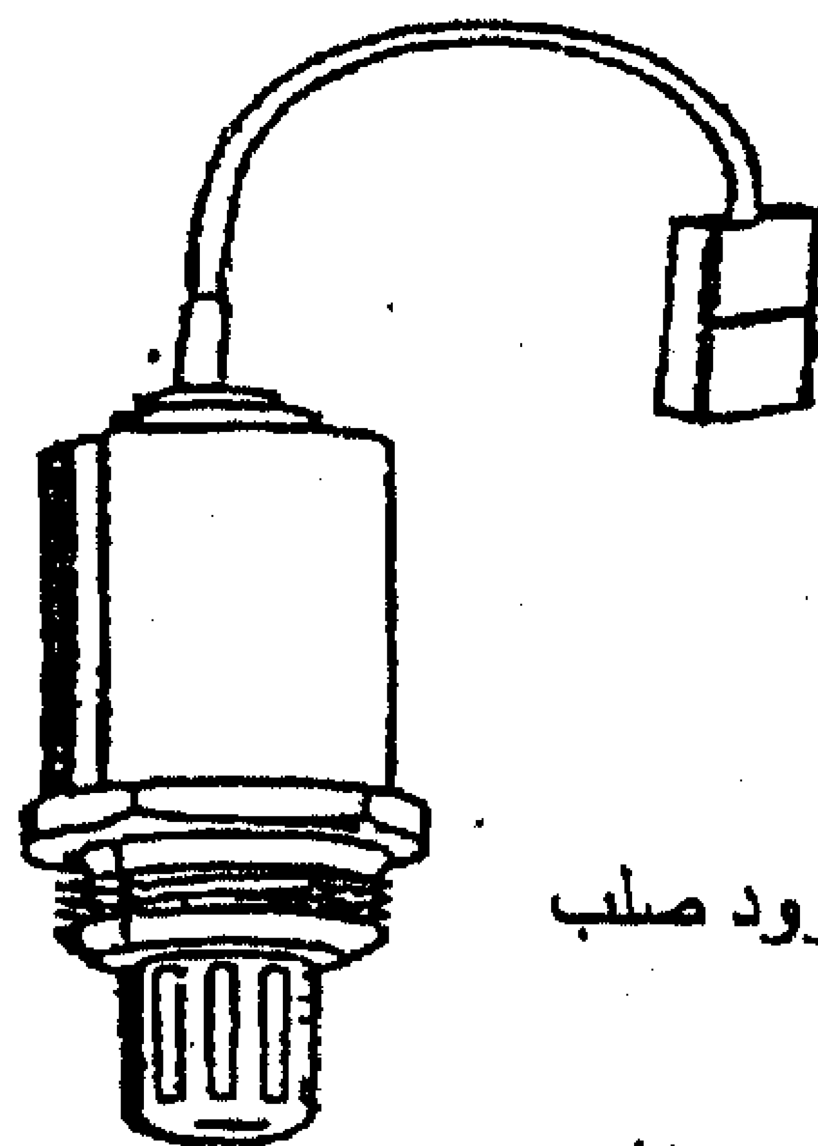
يعني الرمز (N.T.C.) إن المقاومة لمرور التيار الكهربائي نقل بارتفاع درجة الحرارة ويوضع الحساس فى جسم المحرك، ويكون محاطا بمياه التبريد كما هو معتاد .

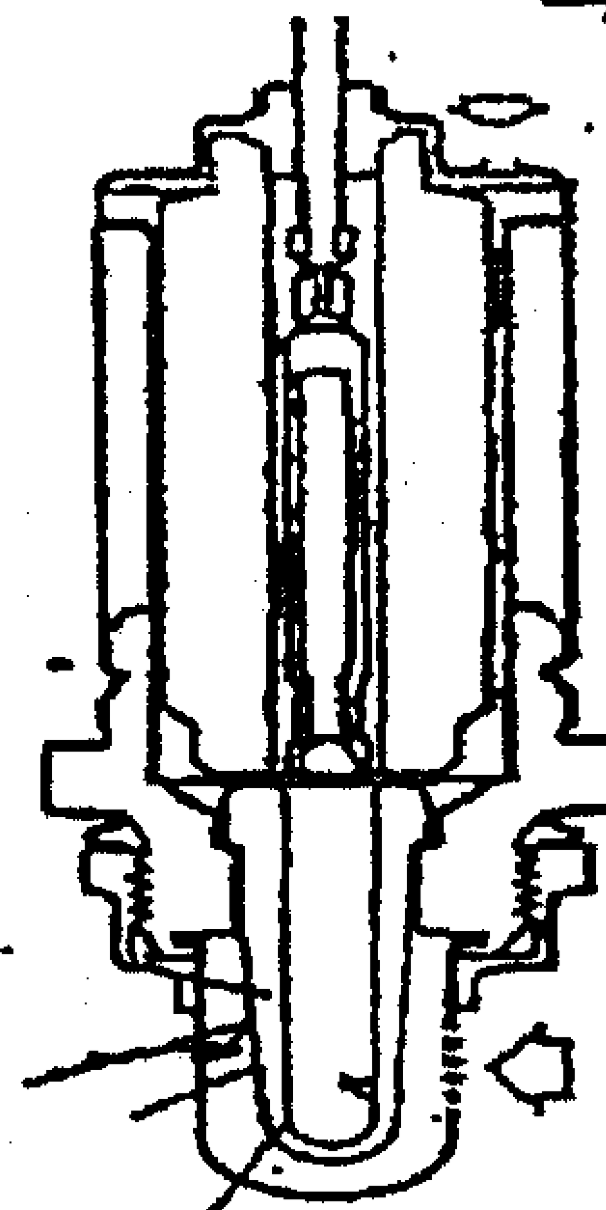
حساس لمبدا :

يركب هذا الحساس عند مخرج العادم. وهو مصمم بحيث يقدر قيمة الأكسجين فى نواتج الاحتراق . ويقوم هذا الحساس بضبط نسبة التخفيف λ بحيث تساوى دائما ١ أى إنه عندما تكون λ أقل من ١ يكون الخليط غنياً. والعكس صحيح λ أكبر من ١ يكون الخليط فقيراً.

فإن كان هناك أكسجين فى نواتج الاحتراق فهذا يعني أن كمية الوقود المحقونة أقل مما يجب، وبالتالي يرسل إشارة كهربية لوحدة التحكم التى تقوم بإرسال إشارة كهربية لمنظم الضغط الى يعدل الضغط فى الموزع، وبالتالي يرسل كمية مناسبة للوقود.

شرح حساس ، لمبدا :





التركيب

جسم من السيراميك (إلكتروليت فى حالة صلبة) ومحاط بإطار من الصلب .
والجزء الخارج من السيراميك (إلكترود خارجي) يوضع فى مسار غازات العادم والجزء الداخلي (الكترود داخلي) يوضع متصلا بالهواء المحيط .

طريقة العمل :

يعمل الحساس بطريقة مشابهة لأى عضو مجلفن مثل البطارية والجهد المتولد بالحساس يعتمد على الاختلاف بين كمية الأكسجين الملامس لكل من الإلكترود الداخلي والخارجي.

تكون كمية الأكسجين فى غازات العادم مترسبة (متاخمة) مما يجعل الكثير من أيونات الأكسجين تتحرك إلى الإلكترود السالب، وتفرغ عليه، وهذا يحدث شحنة كهربية سريعة فى الحساس تنتقل إلى الوحدة الإلكترونية.

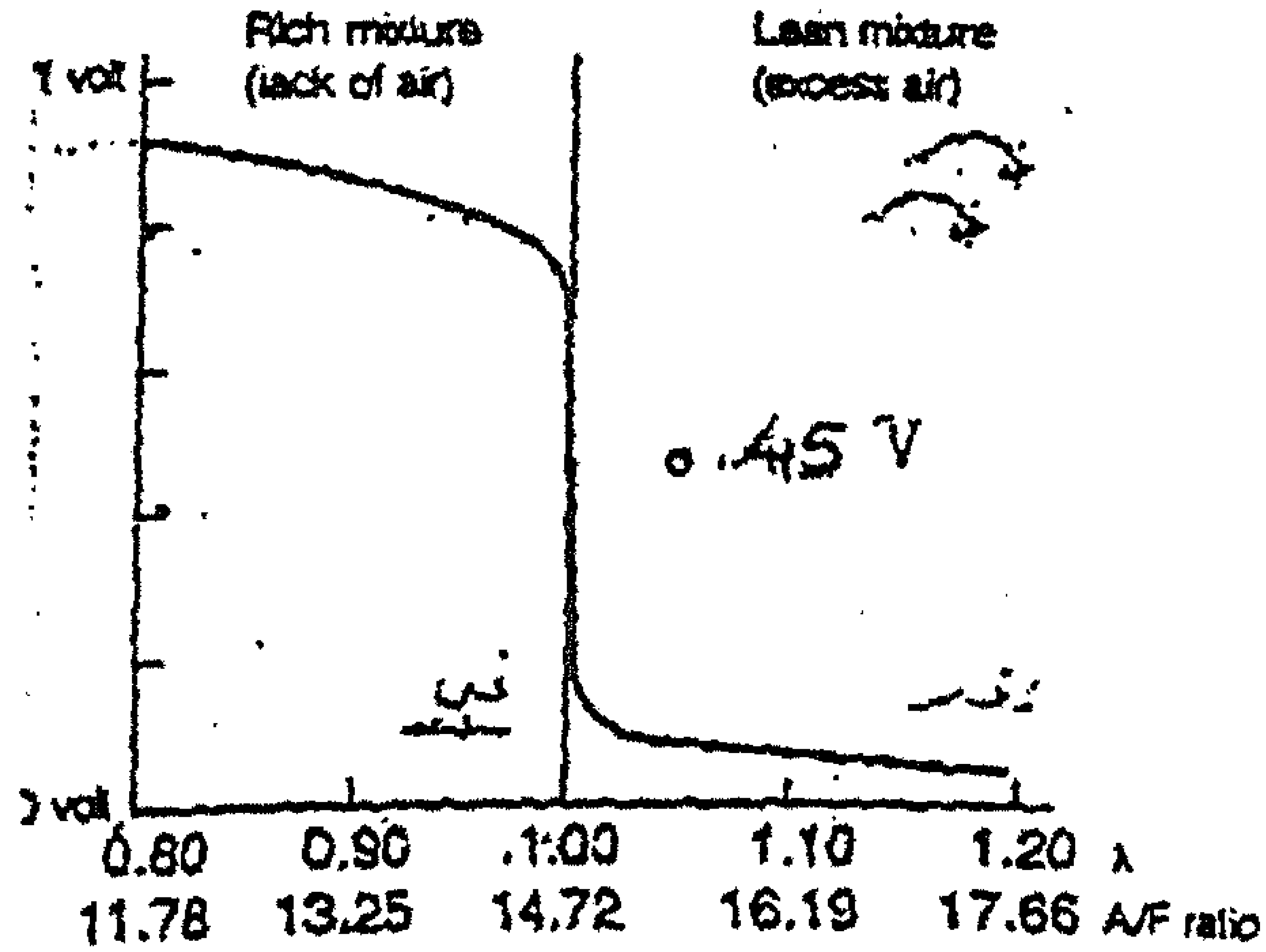
وعموما فإن جهد الحساس يدل على حالة الخليط فإذا كان الجهد أقل من ٠,٤ فولت عند الطرف الواصل إلى الوحدة يكون الخليط فقير. وإذا زاد عن ٠,٤ فولت يكون الخليط غني .

وقد أثبتت بعض التجارب المعملية أنه عندما كان .

$\lambda < 1$ أى الخليط غني كان جهد الحساس U = ٠,٩ فولت

$\lambda \geq 1$ أى الخليط فقير كان جهد الحساس U = ٠,١ فولت

ويعتبر الجهد ٠,٤ فولت هو الجهد المثالي ، والذى تقوم الوحدة بالمقارنة به لتعديل نسبة الخليط .



صمام التحكم فى سرعة اللاحمل :

هو صمام كهربائي يسمح بمرور الهواء بكثرة أو بكمية ضئيلة من فلتر الهواء إلى المحرك دون المرور على صمام الخانق، وذلك للتحكم فى سرعة اللاحمل. ويتم التحكم فى عمل الصمام عن طريق وحدة التحكم الإلكترونية .

مميزات استخدام الصمام :

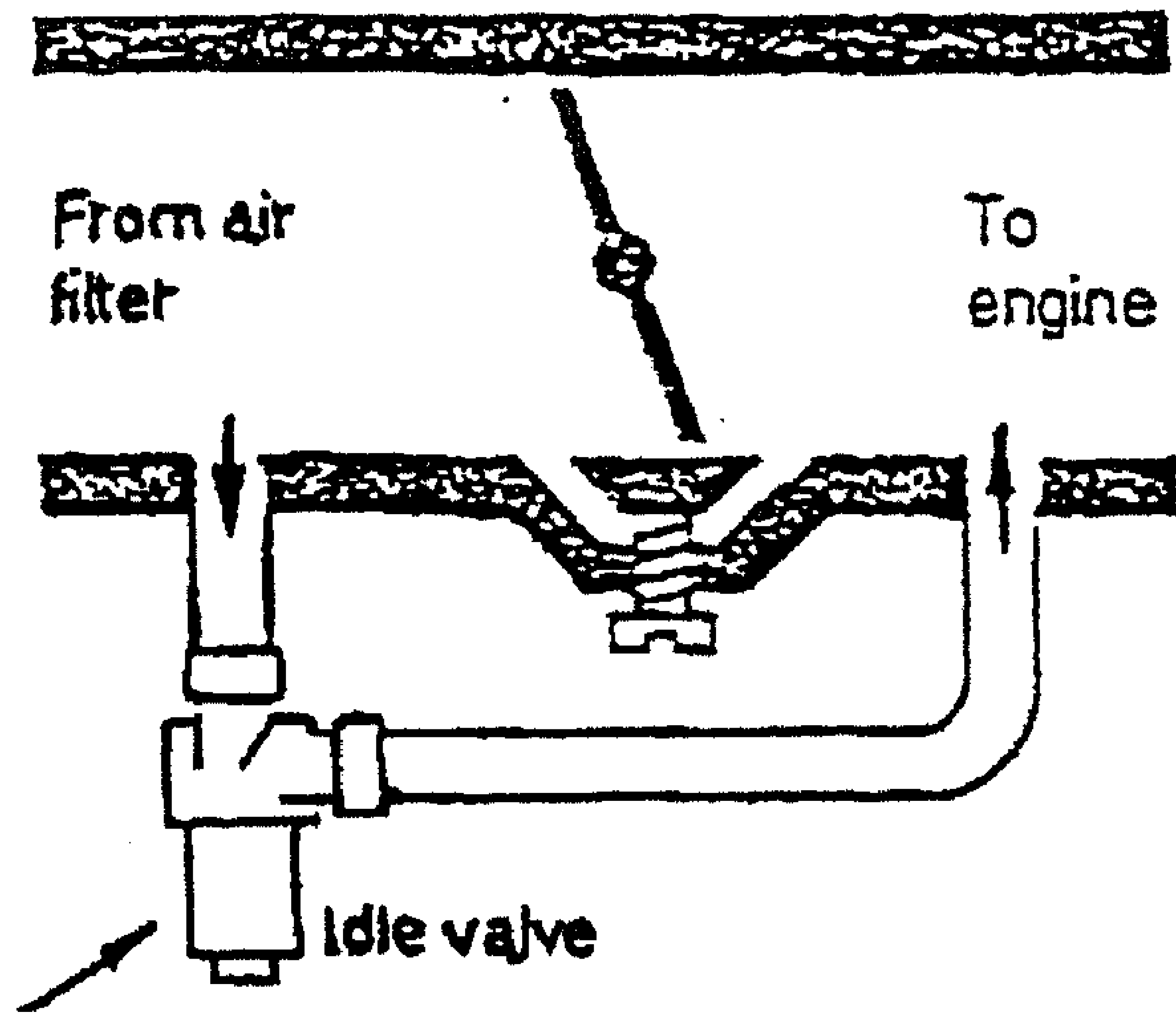
١. سرعة اللاحمل ثابتة لكل حالات المحرك

٢. الحصول على أقل سرعة فى اللاحمل.

٣. تعويض كل التغيرات في الحمل (تشغيل مروحة، التكيف، تغير السرعات فى صندوق أتوماتيكي) .

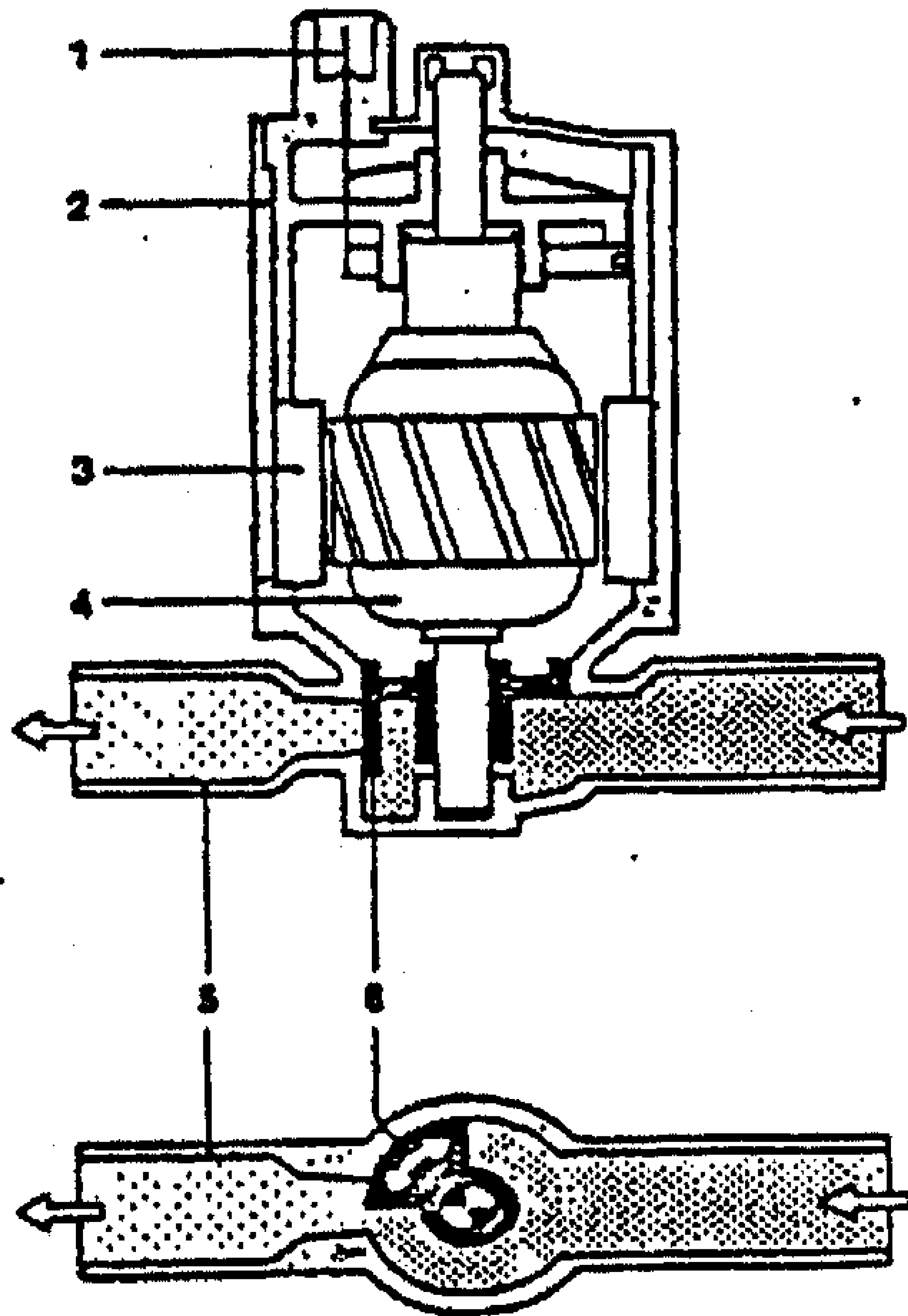
٤. يوخذ فى الاعتبار وظيفة جهاز الهواء الإضافي .

٥. يضمن أفضل تبريد للسيارة بزيادة سرعة اللاحمل عند عمل التكييف.



صمام الهواء الإضافي الدوار :

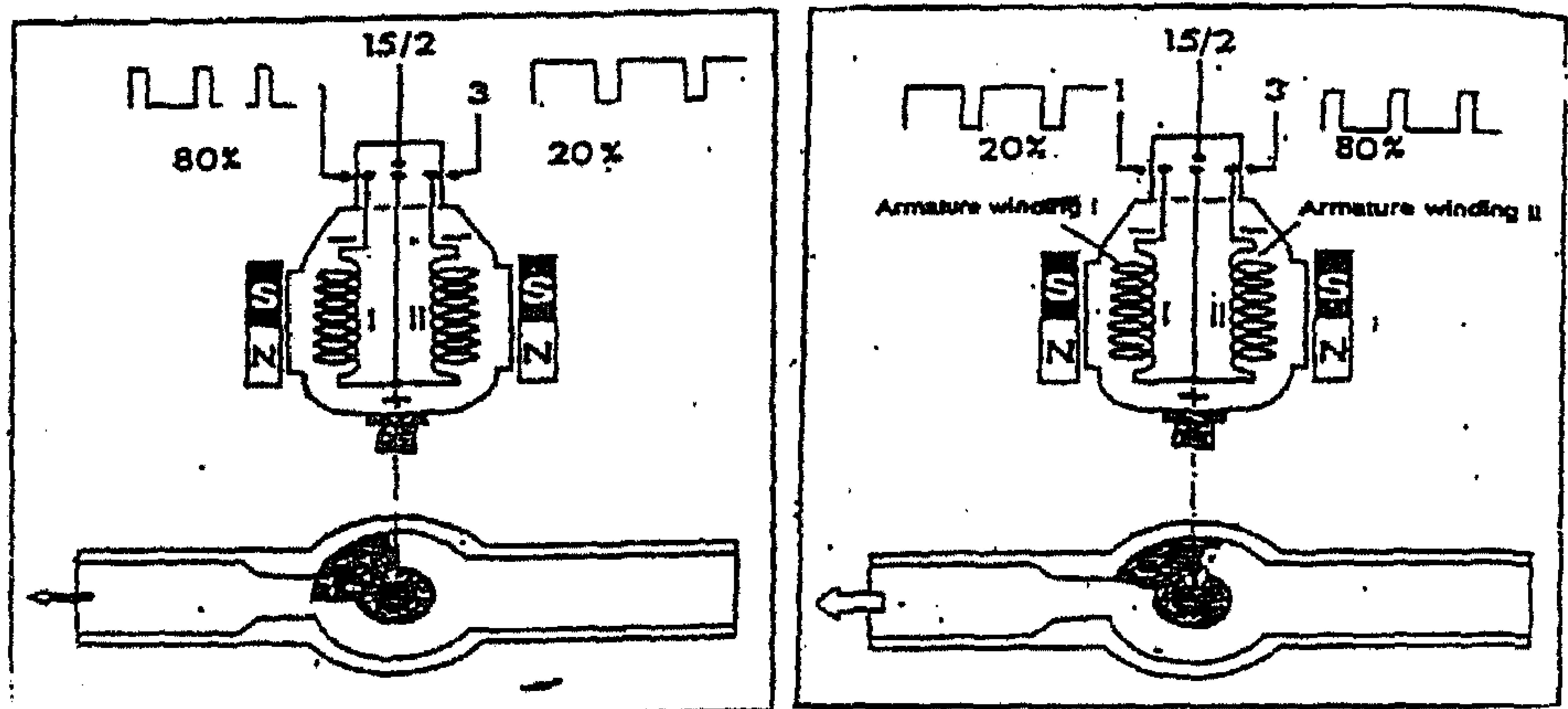
المكونات الأساسية لهذا الصمام هو عضو منزلق دوار متصل مع محور عضو توليد تيار Armature مشابه للمحرك الكهربي. حيث يوجد ملفين فى عضو التوليد (بوبينه) يولدان عزمين متضادين عند توصيل التيار له. وهذا يؤدي إلى دوران محور عضو التوليد المتصل به الصمام المنزلق، وفتح مسار الهواء الإضافي أثناء سرعة اللاحمل . وعندما تكون سرعة اللاحمل أقل من ٨٠٠ لفه/ د يصل تيار إلى أحد الملفين أكبر من الآخر ويؤدي ذلك إلى دوران عضو التوليد (Armature) فى اتجاه اليمين ليفتح مسار الهواء وتزداد سرعة لمحرك .



41) Rotary idle actuator (two-winding rotary idle actuator).
1 Electrical connection, 2 Housing, 3 Permanent magnet, 4 Armature, 5 Air passage as bypass around throttle valve, 6 Rotary slide.

عندما تزيد سرعة اللاحمل يمر تيار أقل من الملف II السابق مـرور تيـار كبير به فى الحالة الأولى.

ويزداد مرور التيار فى الملف الآخر ١ ليدور عضو التوليد فى اتّجاه اليسـار ليغلق جزء من مسار الهواء وبالتالي تقل سرعة المحرك – والـشكل يـبين مكونـات وطريقة عمل صمام الهواء الدوار .

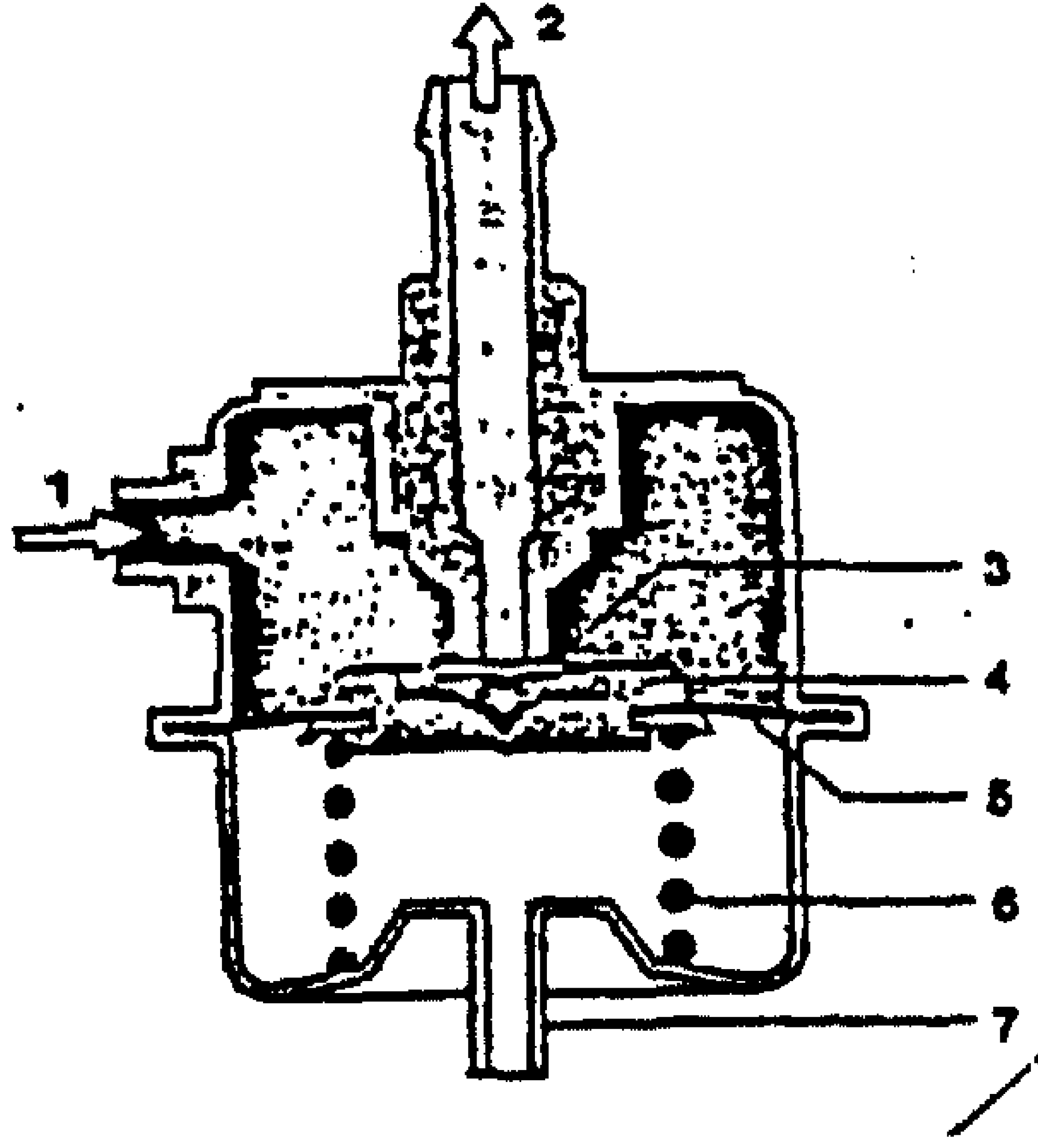


التيار المار فى الملف II أكبر من تيار الملف I ويؤدي ذلك إلى إدارة الصمام المتزلق لليسار ويسمح بمرور كمية هواء إضافية كبيرة.

التيار المار فى الملف I أكبر من تيار الملف II يؤدي ذلك إلى إدارة الصمام المنزلق لليسار ويسمح بمرور كمية هواء إضافية أقل.

منظم ضغط الوقود :

عبارة عن حيز اسطواني فى نهاية أنبوب التوزيع، يقـوم بتنظـيم الـضغط بواسطة رداخ يقسم الحيز الاسطواني إلى جزئين. علوي وسفلي وياي حلزونـي فـى النصف السفلي كما بالشكل. وعند زياد الضغط القادم من ماسورة التوزيع عن ٣ بار يضغط على الرداخ فيتحرك لأسفل ليفتح مسار مرور الوقود إلى الخـزان. وإذا قـل الضغط عن ٢,٥ فإن الياي الحلزوني يقوم بإرجاع الرداخ لوضـعه، ويغلـق مـسار الراجع للخزان .



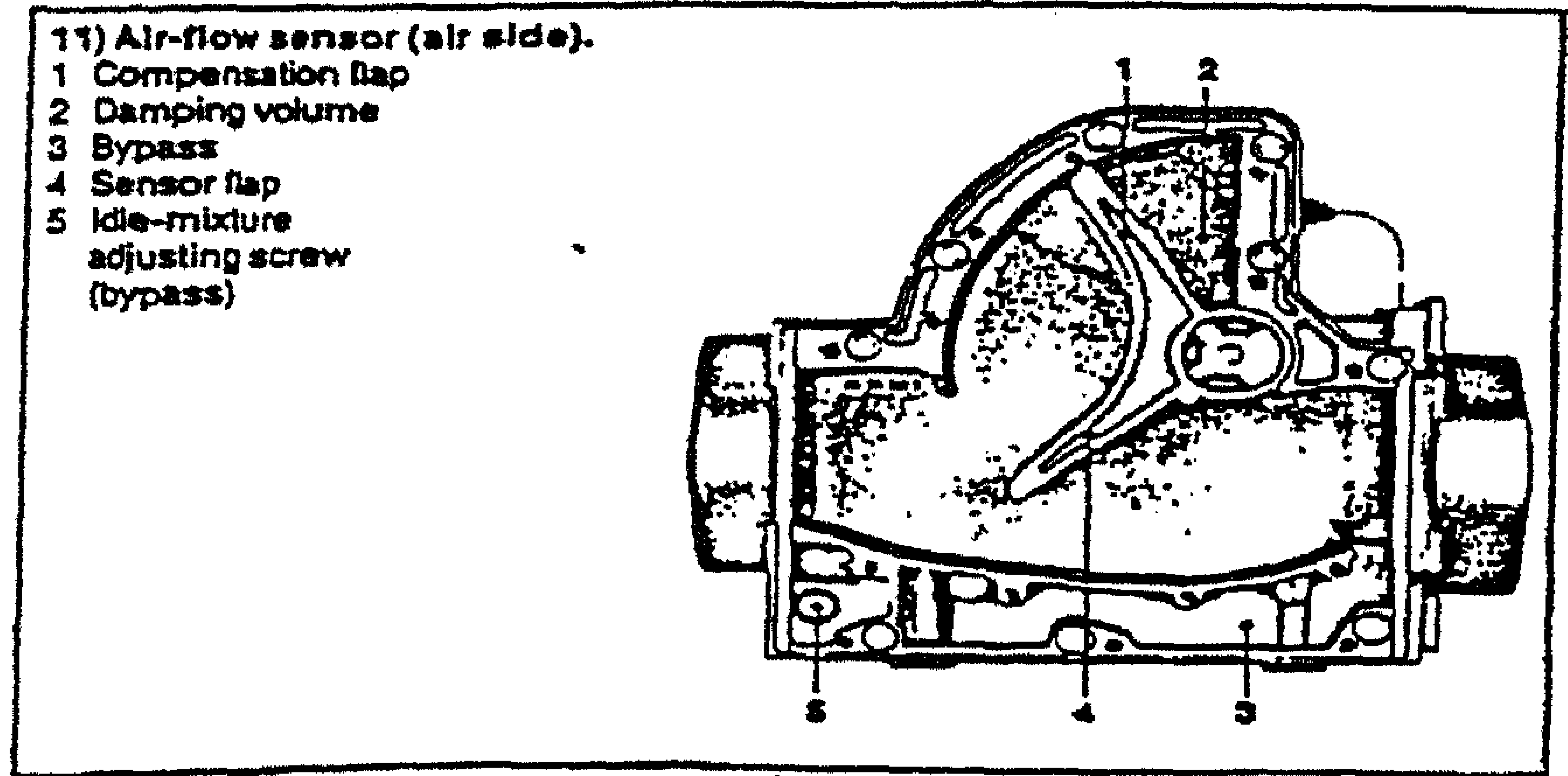
١. مدخل الوقود من نهاية الماسورة .
٢. مخرج الوقود إلى الخزان .
٣. حيز الوقود .
٤. حامل الصمام .
٥. الرداخ .
٦. الياي الحلزوني .
٧. ماسورة متصلة مع مجمع السحب .

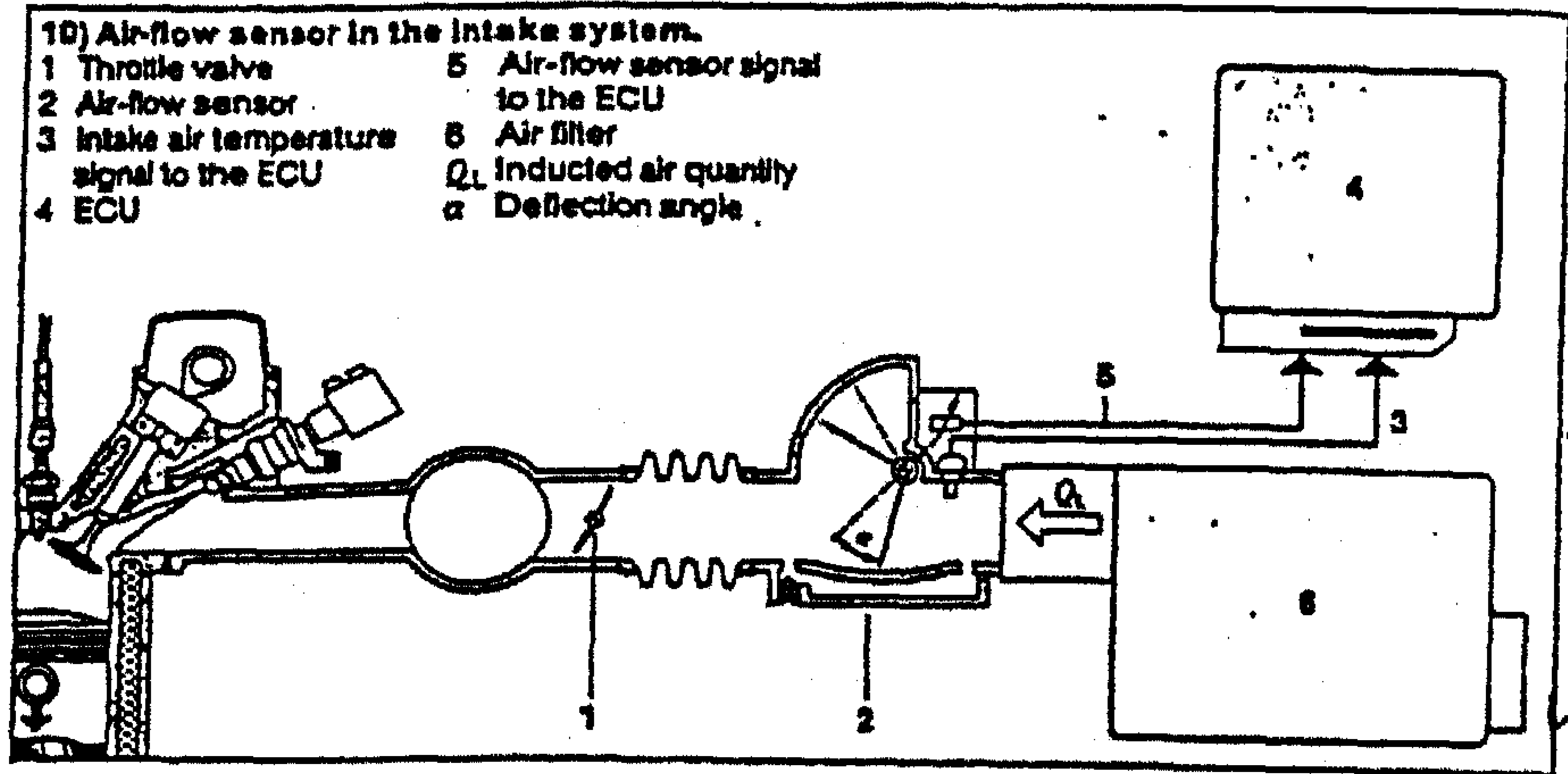
صمام الحقن injector valve :

توضع الصمامات بالقرب من صمام السحب لكل إسطوانة وفى هذا النظام فإن الصمام المستخدم صمام كهرومغناطيسي، وهو مماثل فى تركيبه وعمله لصمام العمل على البارد السابق شرحه.

حساس سريان الهواء :

يتم قياس كمية الهواء المسحوب إلى المحرك من خلال حساس هواء نظام L جيترونيك، وهو عبارة عن قتال يمر به الهواء حيث يقابل ذراع مزدوج كما بالشكل على محور لولب حلزوني بحيث إنه عند مرور الهواء يتحرك الذراع علــى محــور اللولب حركة زاوية. حيث يقوم الطرف العلوي للذراع المزدوج بالمرور على مقاومة متغيرة. ويسبب ذلك مرور إشارة كهربية لوحدة التحكم تحدد كمية الهواء المــسحوب إذا أنه كلما زادت الحركة الزاوية للذراع يتغير الفولت المرسل لوحدة التحكم وعلــى أساس هذ الإشارة فإن الوحدة تعمل على إطالة زمن حقن الوقود وبالتالي زيادة الكمية المحقونة.



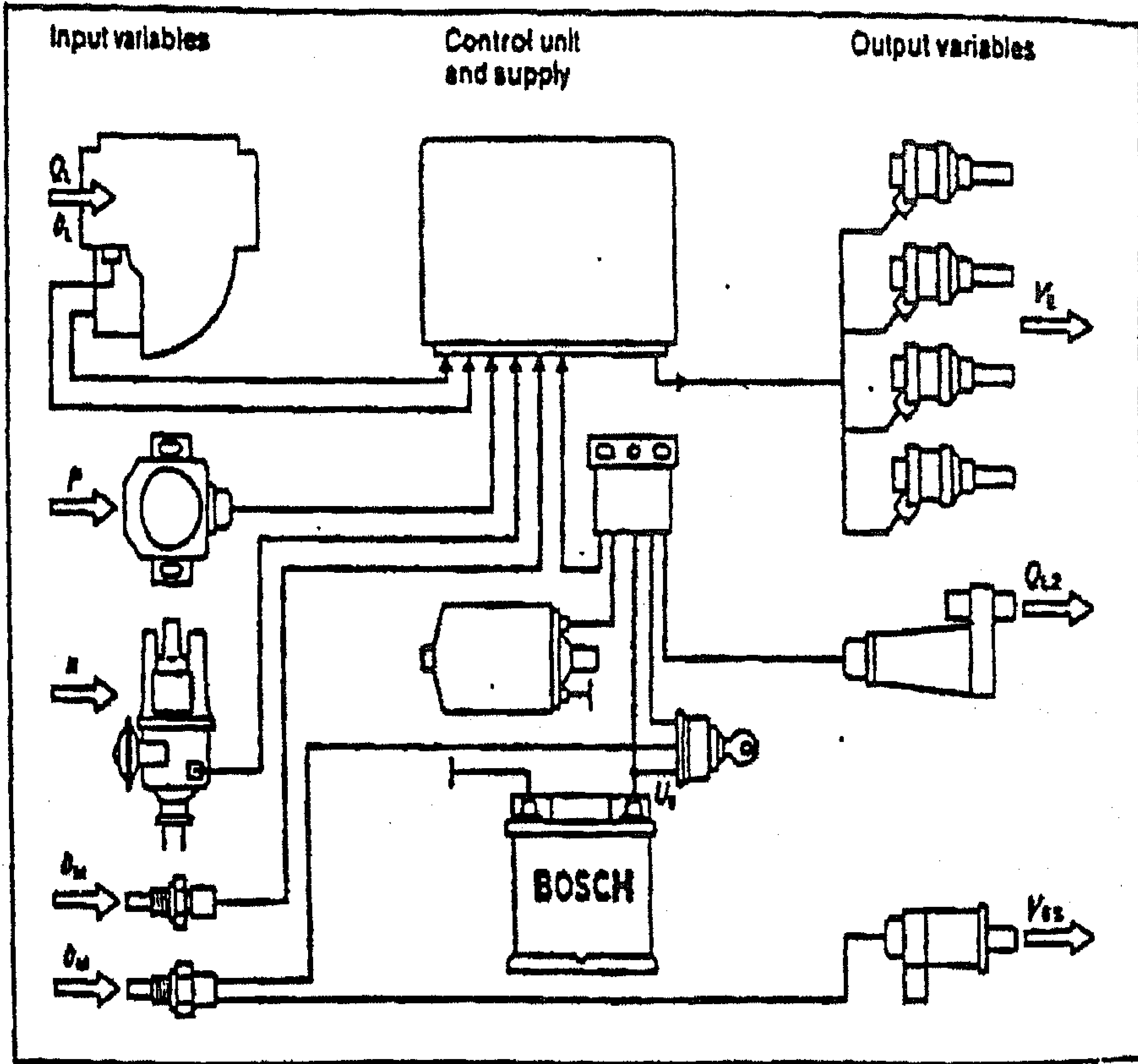


والشكل يبين حساس الهواء، وكذلك الجهاز الكهربي الخاص بحساس الهواء ويوجد عند المدخل الحساس الخاص بقياس درجة الهواء الداخل إلى المحرك .

وحدة التحكم الإلكترونية :

تتصل بوحدة التحكم الإلكترونية مجموعة من الحساسات. وهى حساس درجة الحرارة لمياه التبريد، وحساس لمبدا للعادم، وإشارة من حساس الهواء وحساس (إشارة) عن عدد لفات المحرك من الموزع وإشارة من على صمام الخانق، وإشارة من ريلية المضخة وإشارة من حساس درجة حرارة الهواء وعلى أساس كل هذه المعلومات تقوم الوحدة بإعطاء إشارة كهربائية مرة واحدة لكل لفة من لفات عمود المرفق لصمامات الحقن .

وقد زودت الوحدة بقيمة السرعة القصوي للمحرك، وعندما تصل سرعته إلى هذه القيمة فإن الوحدة تمنع الصمامات من حقن الوقود حتى تنخفض السرعة مرة أخري.



QL : تحديد كمية الهواء الداخلة للمحرك .

VL : تحديد درجة حرارة الهواء الداخل .

P : مفتاح الخانق لتحديد مدى الحمل

n : إشارة عدد لفات المحرك

Vm: الكمية المحقونة من الوقود .

QLZ: صمام الهواء الإضافي

VES: صمام العمل علىالبارد

UB: فولت السيارة (البطالة)

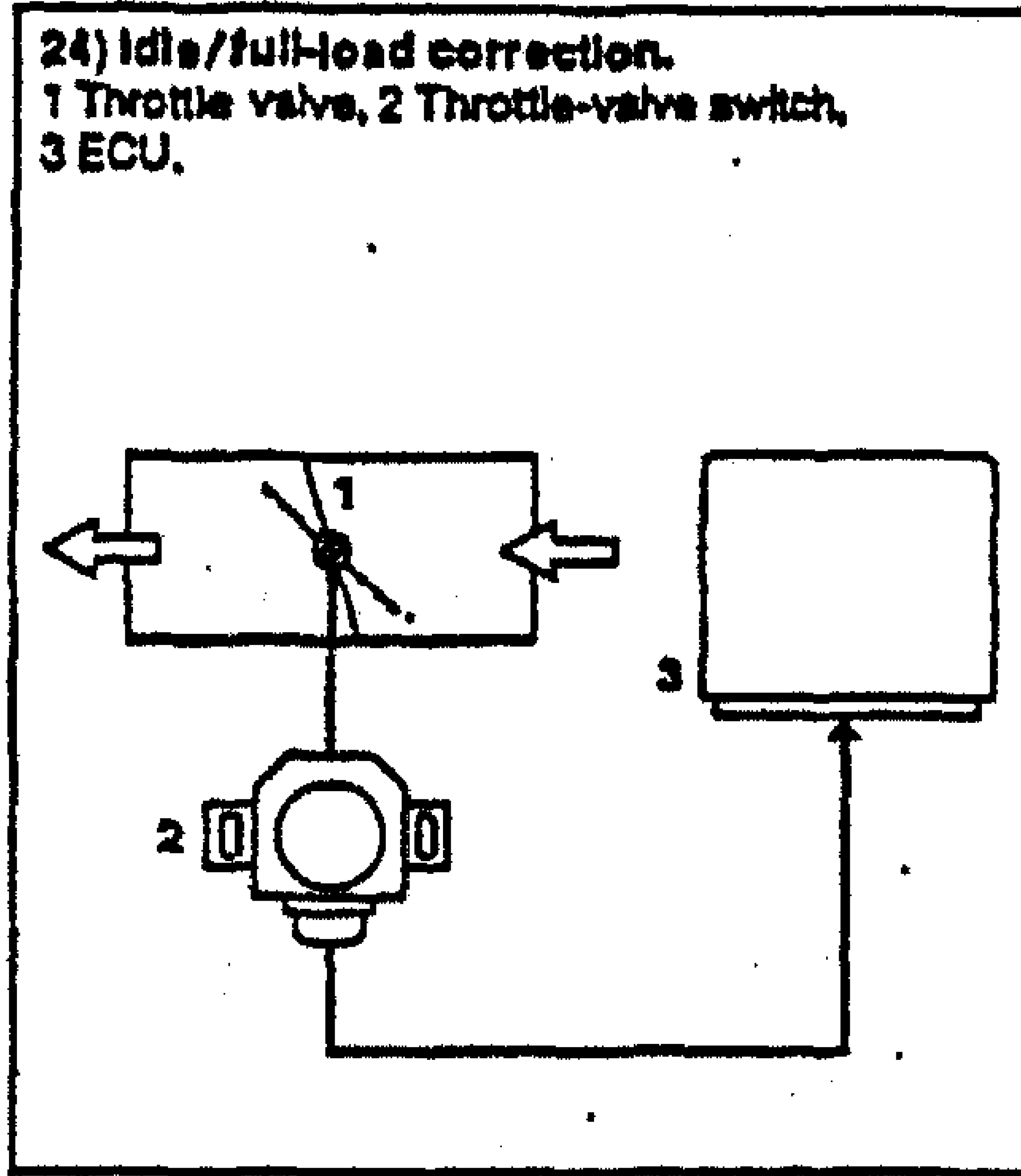
مفتاح صمام الاختناق: throttle valve switch

يركب هذا المفتاح على محور صمام الاختناق وهو به ريشتين وثلاثة أطراف وعند حركة الصمام عند سرعة السلانسية تكون هناك ريشة فى حالة اتصال والأخري

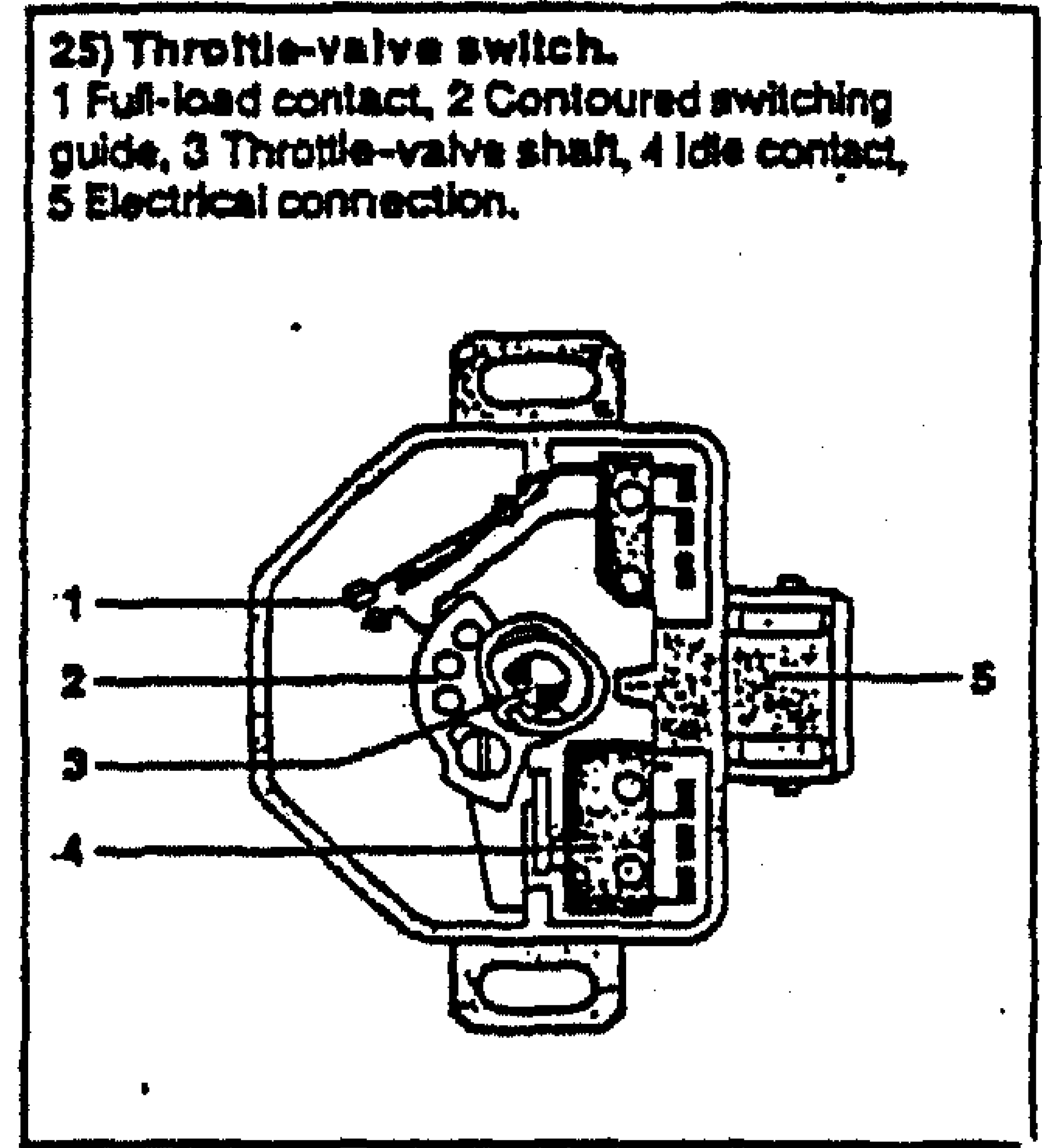
فى حالة قطع (فتح) وعند الوصول إلى السرعة العالية تفتح الريشة الأولى وتغلق الثانية، وفى كلتا الحالتين فإن هناك إشارة كهربية ترسل إلى وحدة التحكم للتعريف بوضع صمام الاختناق.

تركيب مفتاح صمام الاختناق :

١. نقاط اتصال الحمل الكامل .
٢. دليل المفتاح .
٣. محور الخانق
٤. نقاط اتصال السلانسية (اللاحمل)
٥. الفيشة الكهربائية.



24) Idle/full-load correction.
1 Throttle valve, 2 Throttle-valve switch,
3 ECU.



25) Throttle-valve switch.
1 Full-load contact, 2 Contoured switching guide, 3 Throttle-valve shaft, 4 Idle contact, 5 Electrical connection.

التحكم فى سرعة اللاحمل ونسبة أول أكسيد الكربون:

يحتوي جسم حساس كمية الهواء على ممر إضافي بحيث لا يمر الهواءعلى قلاب الحساس، ويعترض المسار مسمار ضبط نسبة (CO) حيث يسمح هذا المسمار بتمرير كمية هواء إضافية لا تمر على القلاب وبالتالي يتغير نسبة الهواء للوقود المحسوس من خلال وحدة التحكم مما يؤدي إلى إغناء الخليط والحصول على أداء ناعم للمحرك من خلال رفع الوحدة الإلكترونية السرعة عند اللاحمل ويؤدي ذلك أيضا إلى التسخين السريع للمحرك.

نظام الحقن المتكامل موترونيك Motronic

فى هذا النظام تتكامل عملية الإشعال الإلكتروني والحقن الإلكتروني حيث تستخدم وحدة تحكم إلكترونية واحدة لكل من الإشعال والحقن. وفى بعض النظم الأخري فقد تكون هناك وحدة تحكم خاصة بالإشعال. ولكن تكتمل دائرتها عن طريق الاتصال بوحدة التحكم الرئيسية، والتى زودت بوحدة كمبيوتر صغيرة (رقمية) وقد زودت الوحدة بالقيم القياسية لتوقيت الشرارة وكمية الوقود المحقون عن الأحمال والسرعات المختلفة ولقد زود هذا النظام بمجموعة من الحساسات والتى تمد الوحدة بالإشارات الدالة على حالات عمل المحرك مثل :

السرعة والحمل ودرجة حرارة المحرك، وقابلية حدوث الصفع، وعمل مروحة المكيف، وكذلك تشغيل قابض القابض وكذلك عمل التوجيه Power steering ... إلخ.

وعند استقبال الوحدة لهذه الإشارات فإنها تقوم بتحليل هذه الإشارات ثم ضبط أفضل توقيت للإشعال ، وكذلك أفضل كمية وقود لكل حالة من حالات عمل المحرك المختلفة.

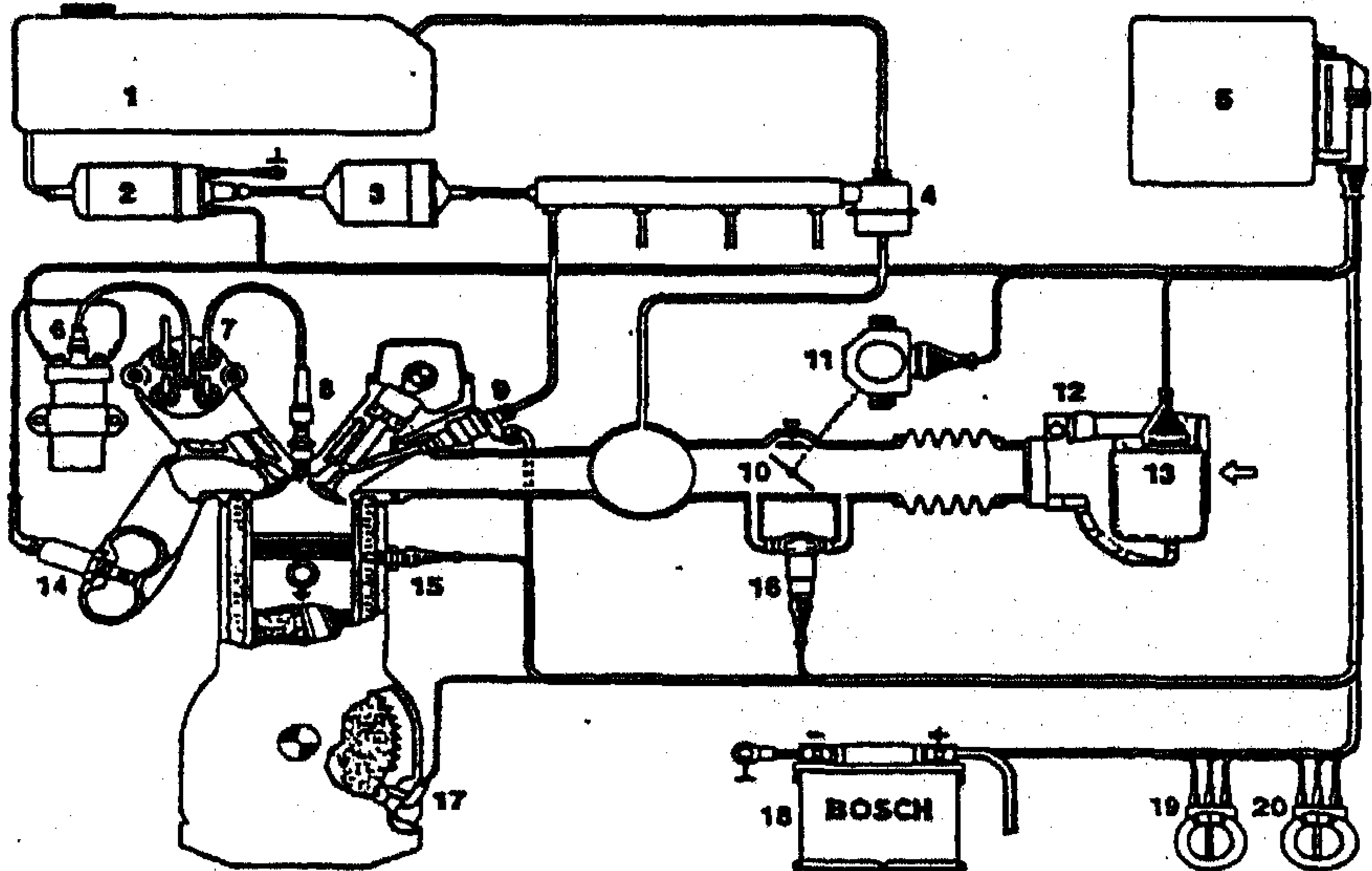
مميزات نظام الموترونيك :

١. خفض استهلاك الوقود عند السرعات البطيئة، والتالى تقليل نسب التلوث .
٢. ضبط توقيت الإشعال بما يتناسب مع حالات عمل المحرك المختلفة .
٣. إعطاء عزم جيد عند السرعات المنخفضة .
٤. منع حدوث الصفع .
٥. تخفيض انبعاث الغازات السامة. حيث زود هذا النظام بمعالج لغازات العادم Catalytic exhaust treatment.
٦. نادراً ما يحتاج إلى صيانة .
٧. يتم الحقن لنصف عدد الأسطوانات فى كل لفة من لفات عمود المرفق وبالتالي يقلل استهلاك الوقود .

التركيب العام لنظام الحقن المتكامل موتورنيك :

١. خزان الوقود
٢. مضخة الوقود الكهربائية .
٣. مرشح الوقود
٤. ممتص لاهتزازات الوقود
٥. وحدة التحكم الإلكترونية ECU
٦. ملف الإشعال
٧. الموزع
٨. شمعات الإشعال
٩. صمام حقن الوقود
١٠. موزع الوقود
١١. منظم الضغط
١٢. صمام العمل على البارد
١٣. مسمار ضبط سرعة اللاحمل
١٤.صمام الخانق
١٥. مفتاح صمام الخانق
١٦. حساس سريان الهواء .
١٧. حساس درجة حرارة الهواء
١٨. حساس "لمدا " لغازات العادم
١٩. المفتاح الزمنى – الحراري .
٢٠. حساس درجة حرارة المحرك
٢١. صمام الهواء الإضافى
٢٢. مسمار ضبط الخليط (CO)
٢٣. حساس توقيت الإشعال .
٢٤. حساس سرعة المحرك .
٢٥. البطارية
٢٦. مفتاح التشغيل (بدء + إشعال)
٢٧. الريلية الرئيسي.
٢٨. ريلية المضخة

1) Schematic diagram of a typical Motronic system.
1 Fuel tank, 2 Electric fuel pump, 3 Fuel filter, 4 Pressure regulator, 5 Control unit, 6 Ignition coil, 7 High-tension distributor, 8 Spark plug, 9 Fuel-injection valves, 10 Throttle valve, 11 Throttle-valve switch, 12 Air-flow sensor, 13 Potentiometer and air-temperature sensor, 14 Lambda sensor, 15 Engine temperature sensor, 16 Rotary idle actuator, 17 Engine-speed and reference-mark sensor, 18 Battery, 19 Ignition and starting switch, 20 Air-conditioning switch.

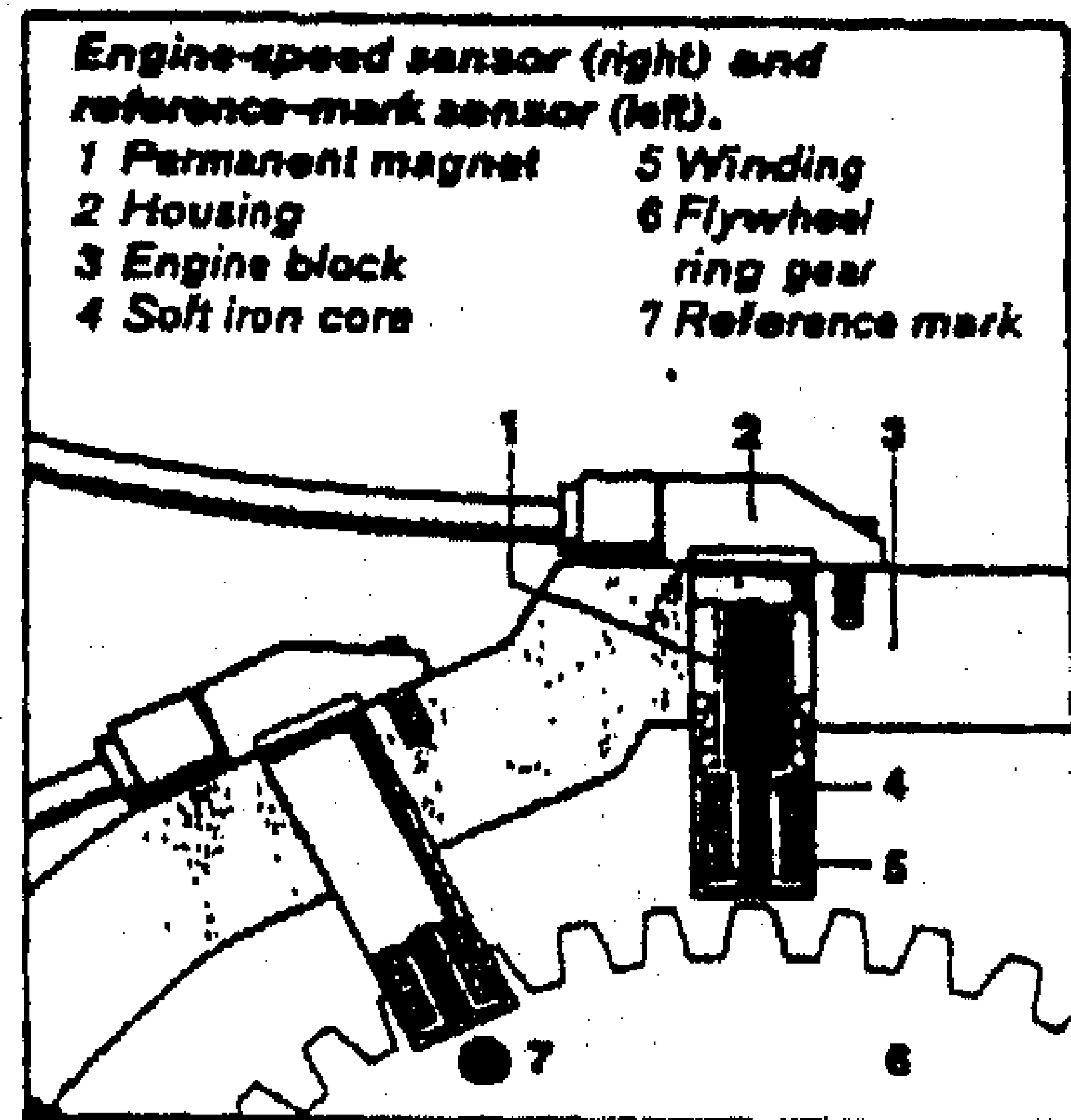


نلاحظ فى هذا التركيب عدم وجود حساسات المكيف والتوجيه ذى القوة المؤازرة Power steering وكذلك حساس الصفع، ولكن التركيب السابق هو الأساس . ويزيد على ذلك بعض الحساسات الموجودة فى كثير من السيارات وليس بالضروري وجود كل الحساسات فى سيارة واحدة.

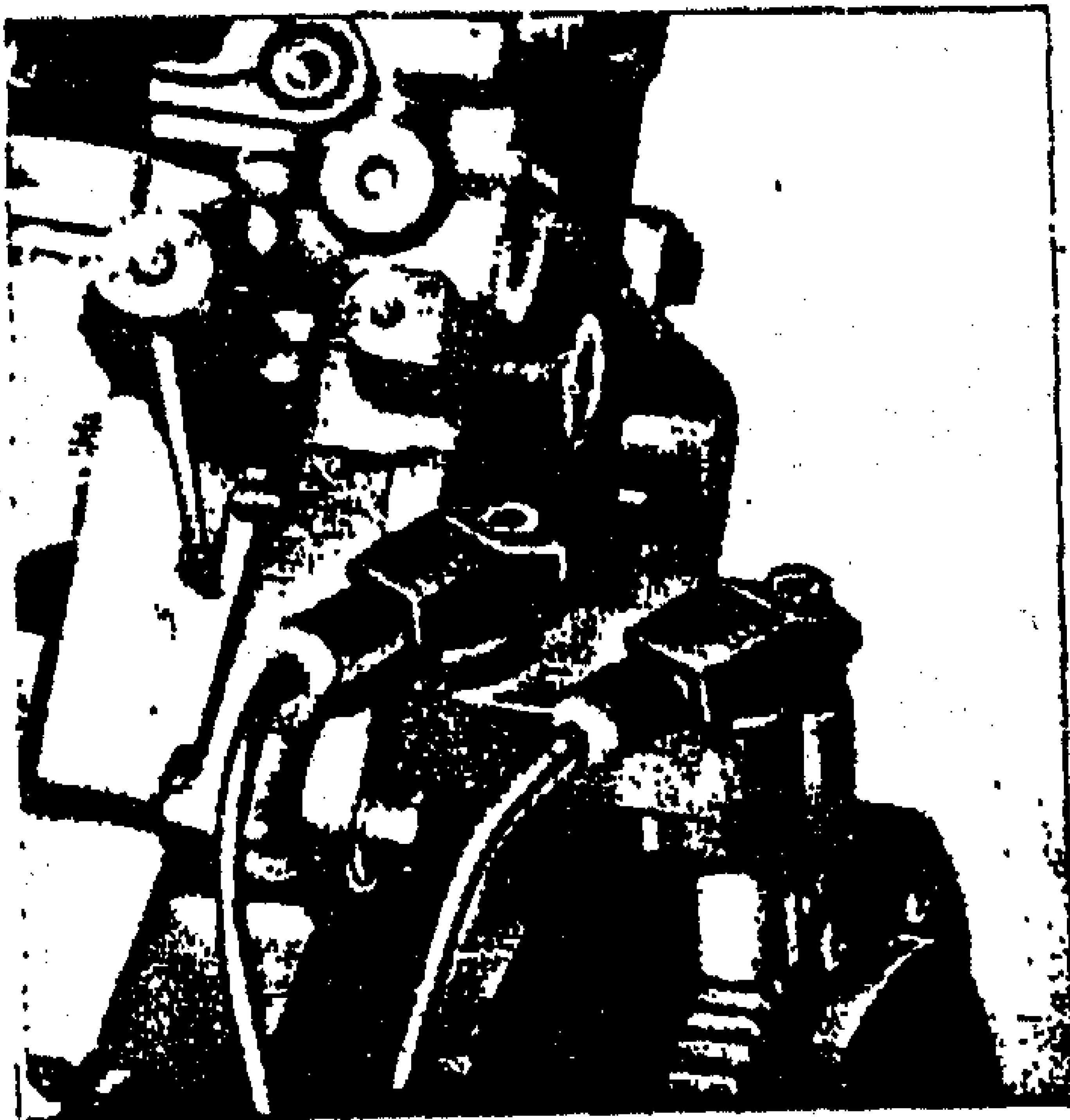
وتعمل الوحدة الإلكترونية كوحدة تحكم فى الإشعال والحقن (فى بعض الأنواع توجد وحدتان، ولكن إحداهما تكمل دائرة الأخري أى أنها غير منفصلتان).

وتؤخذ إشارة سرعة المحرك من حساس مركب على الحدافة. وفى بعض السيارات توجد عجلة قطع مركبة على عمود المرفق، ومثبت أمامها حساس قياس سرعة المحرك. كذلك أضيف حساس كهرومغناطيسي مركب أمام وجه الحدافة الداخلي المواجه لجسم المحرك .

ومثبت على هذا الوجه للحدافة وتد أو رأس مسمار بحيث يبين التوقيت الأمثل (المرجع) للشرارة، فعند مرور هذا الوتد أمام الحساس تنشا نبضه كهربائية توجه إلى الوحدة، والتى تتعرف من خلال هذه النبضة على توقيت الإشعال . ومن ثم تقوم بمراجعة هذا التوقيت المناسب لحالة المحرك الحالية . وتقوم بعدها بعمل تعديل لتوقيت الشرارة بحيث يعطي أحسن أداء للمحرك.



حساس سرعة المحرك وحساس المرجع لتوقيت الشرارة



صورة توضح موضح الحساسات على المحرك

حساس درجة حرارة الهواء :

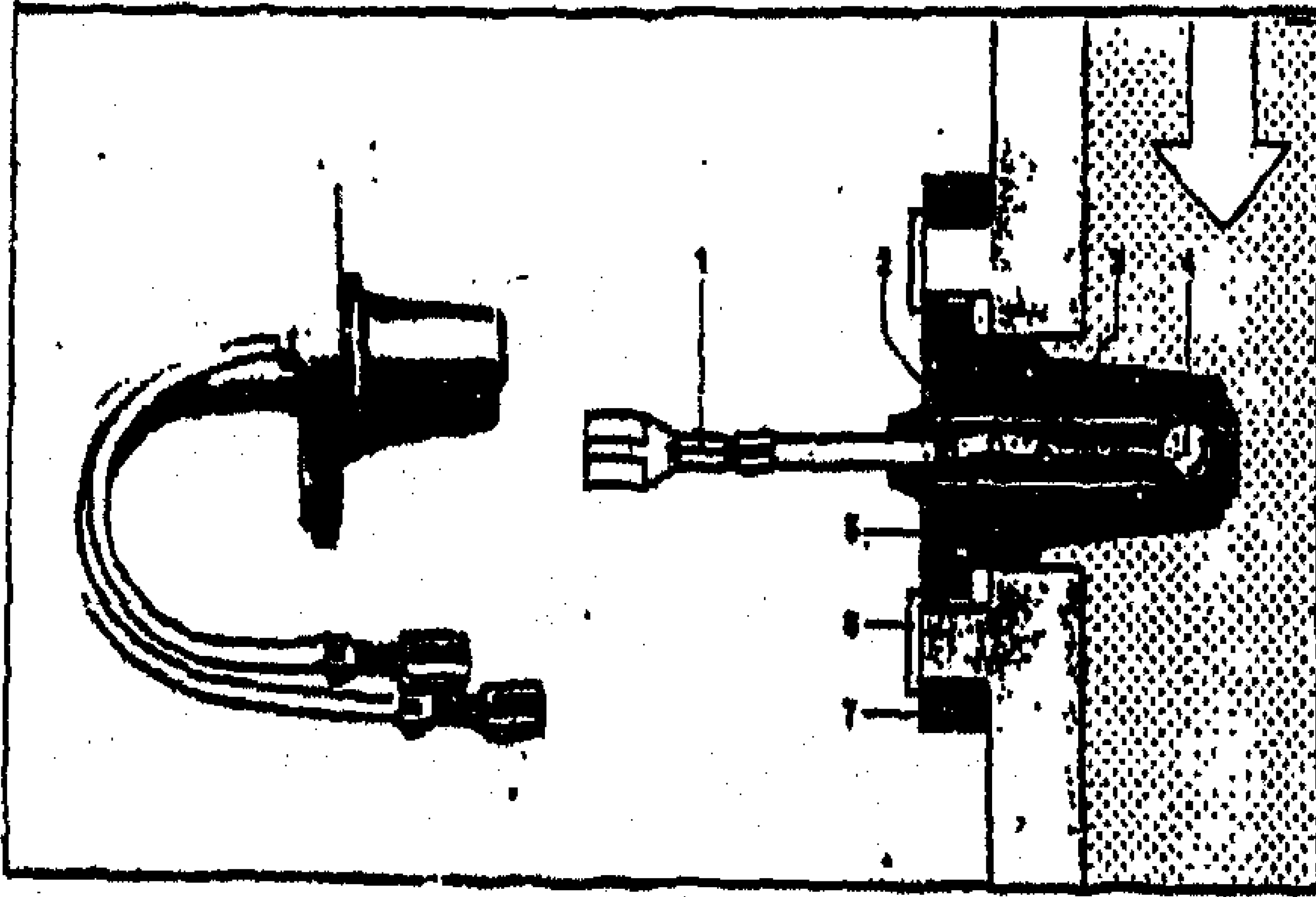
حيث إن كثافة الهواء المسحوب تقل بارتفاع درجة حرارته، وبالتالى تقل كمية الهواء المسحوب داخل المحرك مما يدي إلى تقليل جودة الامتلاء، وكذلك حدوث إغناء للخليط. فقد تم تركيب حساس لقياس درجة حرارة الهواء المسحوب.

والجزء الرئيسي للحساس هو مقاومة من نوع NTC والتى سبق شرحها ويتميز هذا النوع من المعدن بأنه تقل مقاومته لمرور التيار عن ارتفاع درجة حرارته والعكس صحيح .

ويركب الحساس عند مدخل حساس الهواء. بحيث أنه عند مرور الهواء على الحساس تتغير مقاومته حسب درجة حرارة الهواء المسحوب، وبالتالى تتغير إشارة الفولت المرسلة من الحساس إلى الوحدة، والتى تقوم على اساس هذه الإشارة بتصحيح نسبة الخليط باستمرار.

والشكل يبين التركيب : العام لحساس درجة حرارة الهواء .

التركيب :

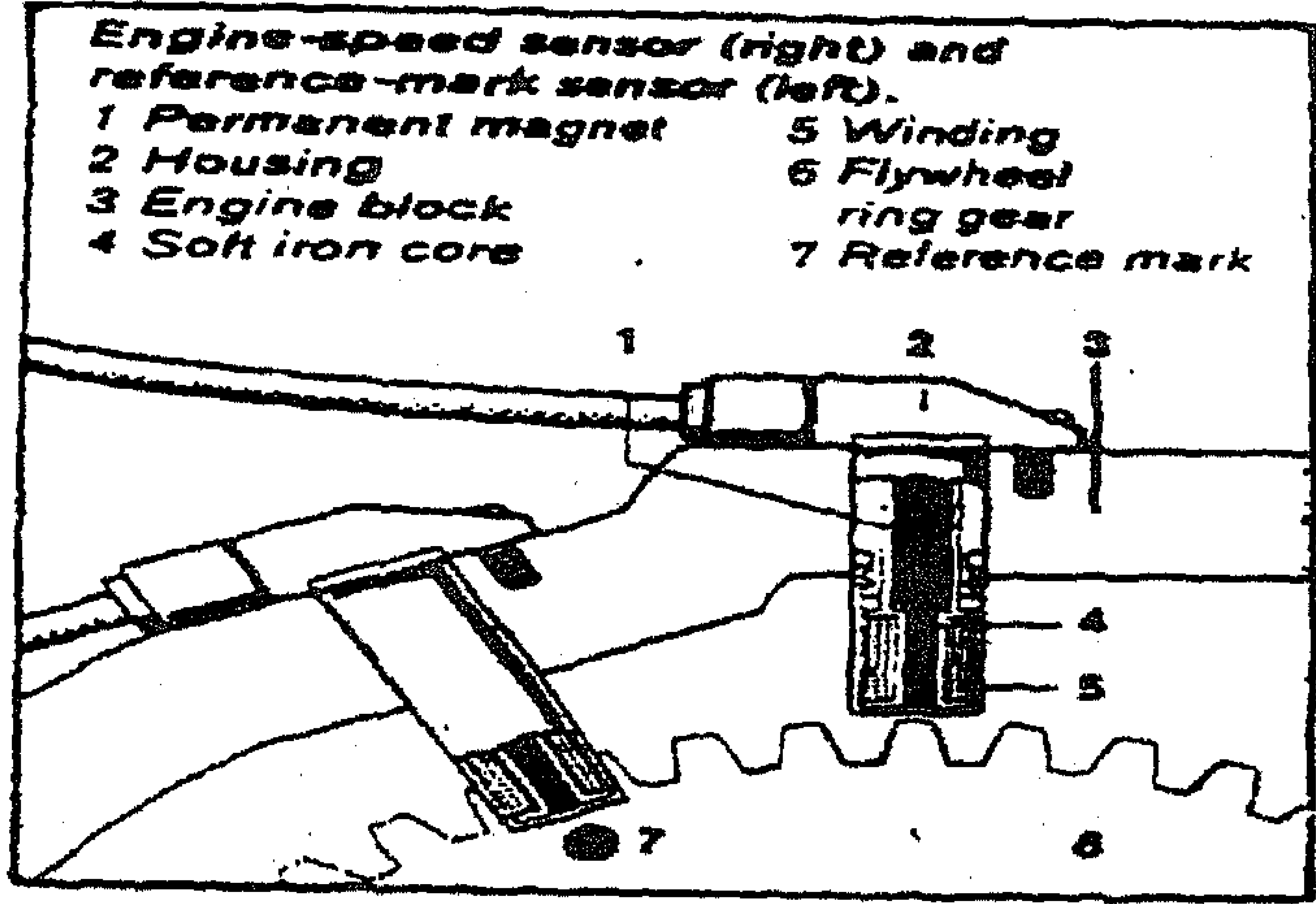


١. الوصلة الكهربائية .
٢. أنبوب عازلة .
٣. مقاومة NTC
٤. هيكل
٥. مسمار تثبيت
٦. فلانشة تثبيت .

– السهم يشير إلى اتجاه دخول الهواء .

حساسات السرعة وتوقيت الشرارة :

لمعرفة سرعة المحرك أو توقيت الشرارة الأمثل يوجد حساسان مركبان على الحدافة. أحدهما أعلى اسنان الحدافة. وهو خاص بسرعة المحرك والآخر أمام وتد مثبت على وجه الحدافة المقابل لجسم المحرك . وهما متماثلان فى التركيب وطريقة العمل .



حساس السرعة وتركيبه وعلى اليسار حساس إثارة المرجع لتوقيت الشرارة

التركيب : ١. مغناطيس دائم ٢. الجسم .

٣. جسم المحرك ٤. قلب من الحديد المطاوع

٥. ملف كهربي ٦. الحدافة

٧. نقطة مرجع (مسمار – وتد – نقر)

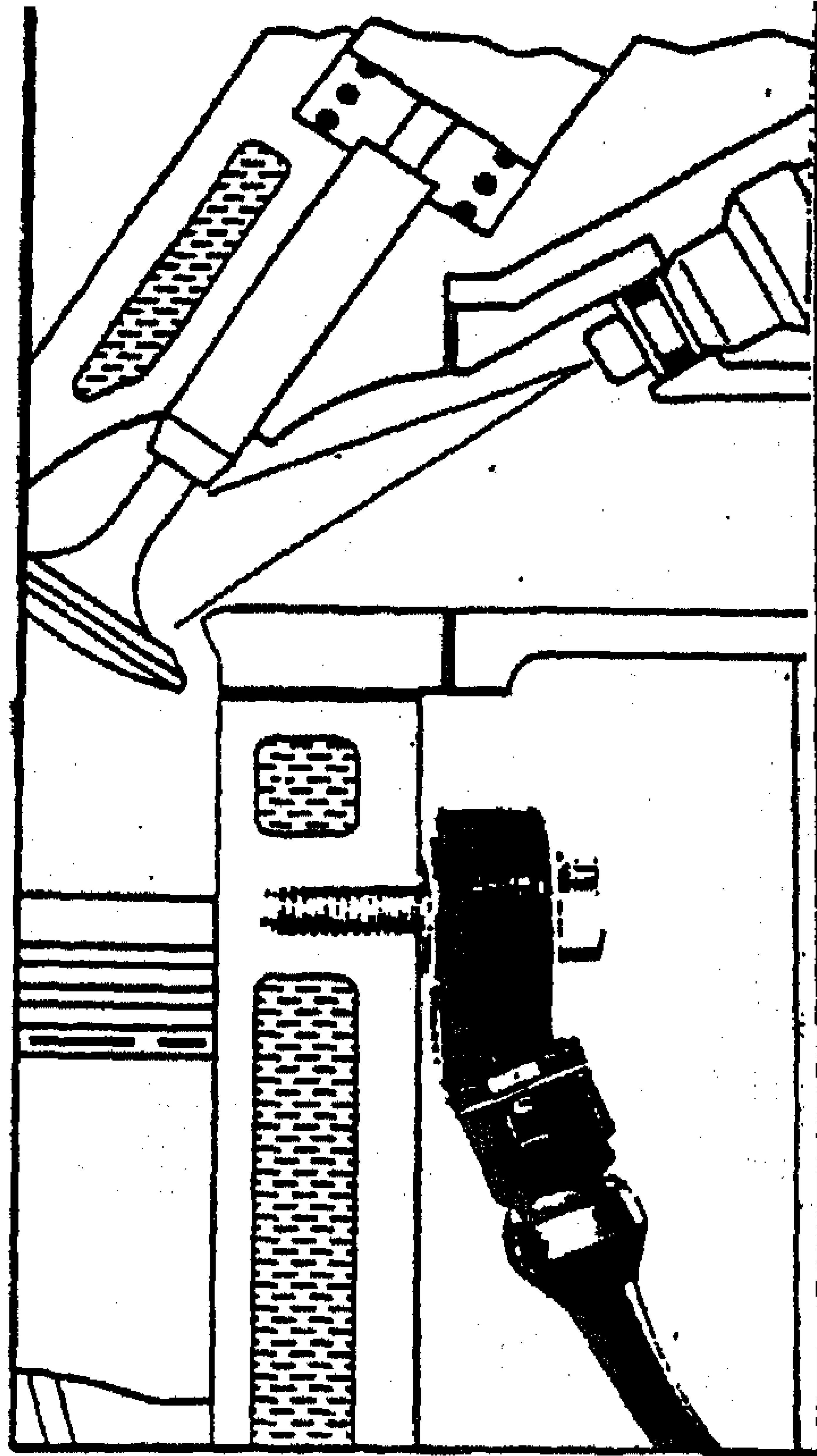
طريقة العمل :

يؤثر المغناطيس الدائم على القلب المعدني المصنوع من الحديد المطاوع. وتنشأ فيه مغناطيسية معينة. فعند مرور (سنة معينة) أو الوتد أمام الحساس يحدث فيض مغناطيسي خلال الثغرة بين الوتد والحساس، وتؤدي حركة الفيض وتغيره بالزيادة والنقصان غلى توليد نبضة كهربائية فى الملف الكهربي المحيط بالقلب المعدني. حيث ترسل هذه النبضة إلى الوحدة الإلكترونية لتدخل ضمن إشارات كثير تستقبلها الوحدة لضبط الأداء .

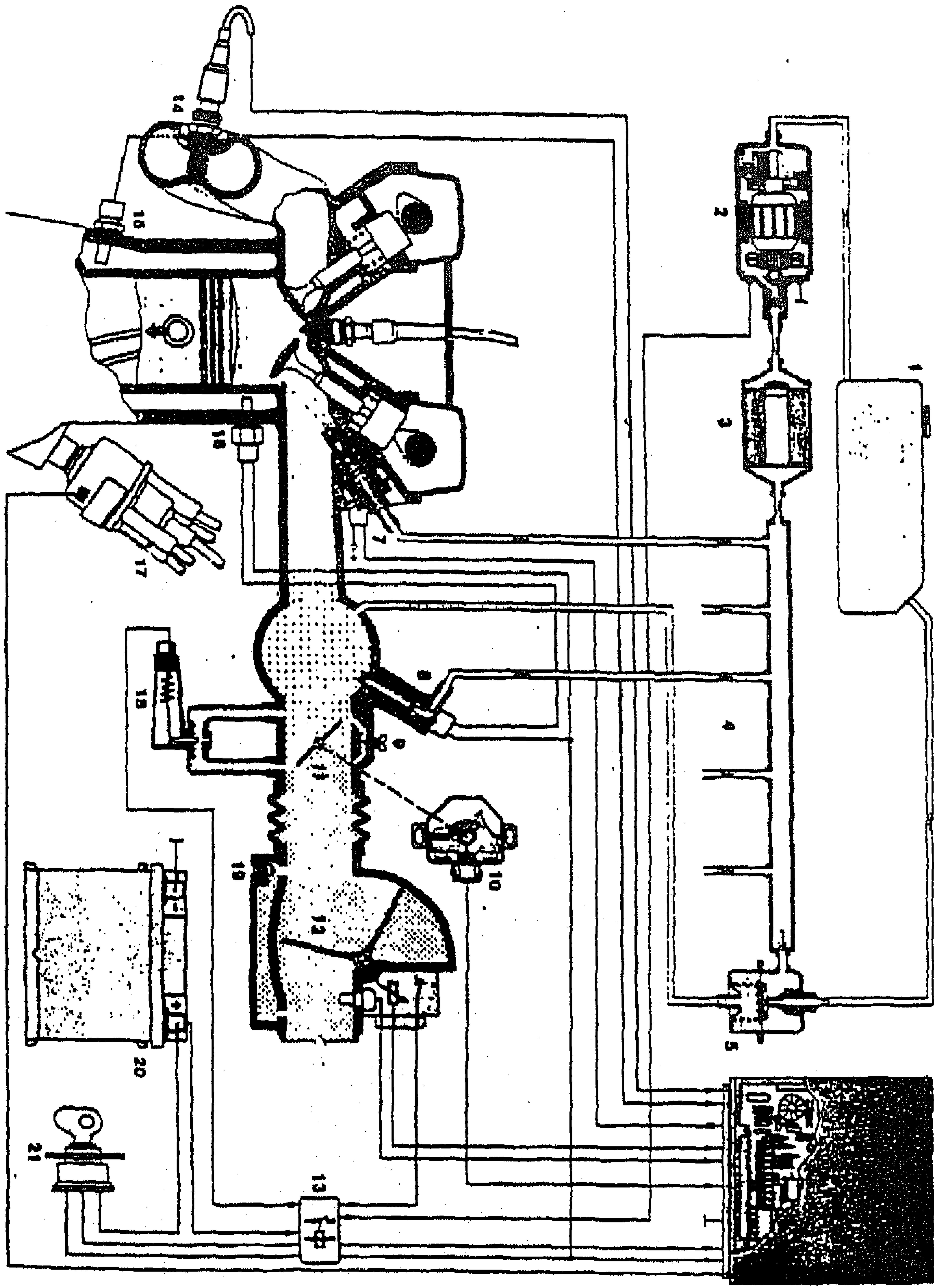
حساس منع الصفع

عند إدارة المحرك فإن الضغوط داخل الأسطوانات تتغير باستمرار وينشا عن ضغط الاحتراق اهتزازات عالية ذات تردد نحو ٥ إلى ١٠ كيلو هيرتز – ولكن عند

حدوث الصفع فإنه تنشا موجه عالية جداً ذات تردد أكبر من ذلك بكثير ، وقد تصل في بعض الأحيان إلى نحو ٢٠٠ كيلو هيرتز، مما يؤدي إلى تلف الكباسات وكذلك عمود المرفق وقد تم استخدام حساس الصفع والذى يعطي إشارة إلي وحدة التحكم عند بداية حدوث الصفع وعلى اساس هذه الإشارة تقوم الوحدة بتأخير توقيت الإشعال حتى تمنع إستمرار أو حدوث الصفع. ويعتمد على الحساس على خاصية معينة لبعض البلورات (بيزوسيراميك) (Piezoceramic element) والتي يمكنها تحويل الاهتزازات الميكانيكية إلى نبضات كهربية . حيث إن بلورة الخزف عند تعرضها للاهتزازات الميكانيكية ينشأ على سطح البللورة شحنه كهربائية يمكن إرسالها للوحدة.



حساس منع الصفع مركب قرب النقطة الميتة العليا



والشكل السابق يبين منظومة حقن إلكتروني نظام موترونيك ويبين علاقة المكونات بعضها ببعض بالإضافة إلى دائرة الإشعال ذات التحكم الإلكتروني .

التركيب :

١. الخزان
٢. مضخة الوقود
٣. الفلتر
٤. أنبوب توزيع الوقود
٥. منظم ضغط
٦. الوحدة الإلكترونية
٧. الرشاش (الحاقن)
٨. صمام العمل على البارد
٩. مسمار ضبط سرعة السلانسية .
١٠. حساس وضع صمام الاحتناق
١١. صمام الاختناق
١٢. صمام الهوي
١٣. مرحل
١٤. حساس الأكسجين .
١٥. حساس حرارة المياه
١٦. المفتاح الزمنى الحراري
١٧. الموزع
١٨. صمام الهواء الإضافى .
١٩. مسمار ضبط نسبة CO.
٢٠. البطارية .
٢١. مفتاح الإشعال

ومعظم الأنظمة التى استحدثت بعد ذلك تستخدم هذا النظام كاساس لها.

الحقن المركزي

نظرية على النظام :

يستخدم هذا النظام غالبا مع المحركات ذات الأربع سلندرات. ويتم التحكم فيه إليكترونيا بحيث يعطي نبضة حقن لوحدة الحقن المركزي، والتى تتألف مع حاقن واحد أو اثنين وهذا النظام يختلف عن النبضات المرسلة إلى كل حاقن على حدة كما فى الأنظمة الأخري مثل النظام "L" أو الموترونيك .

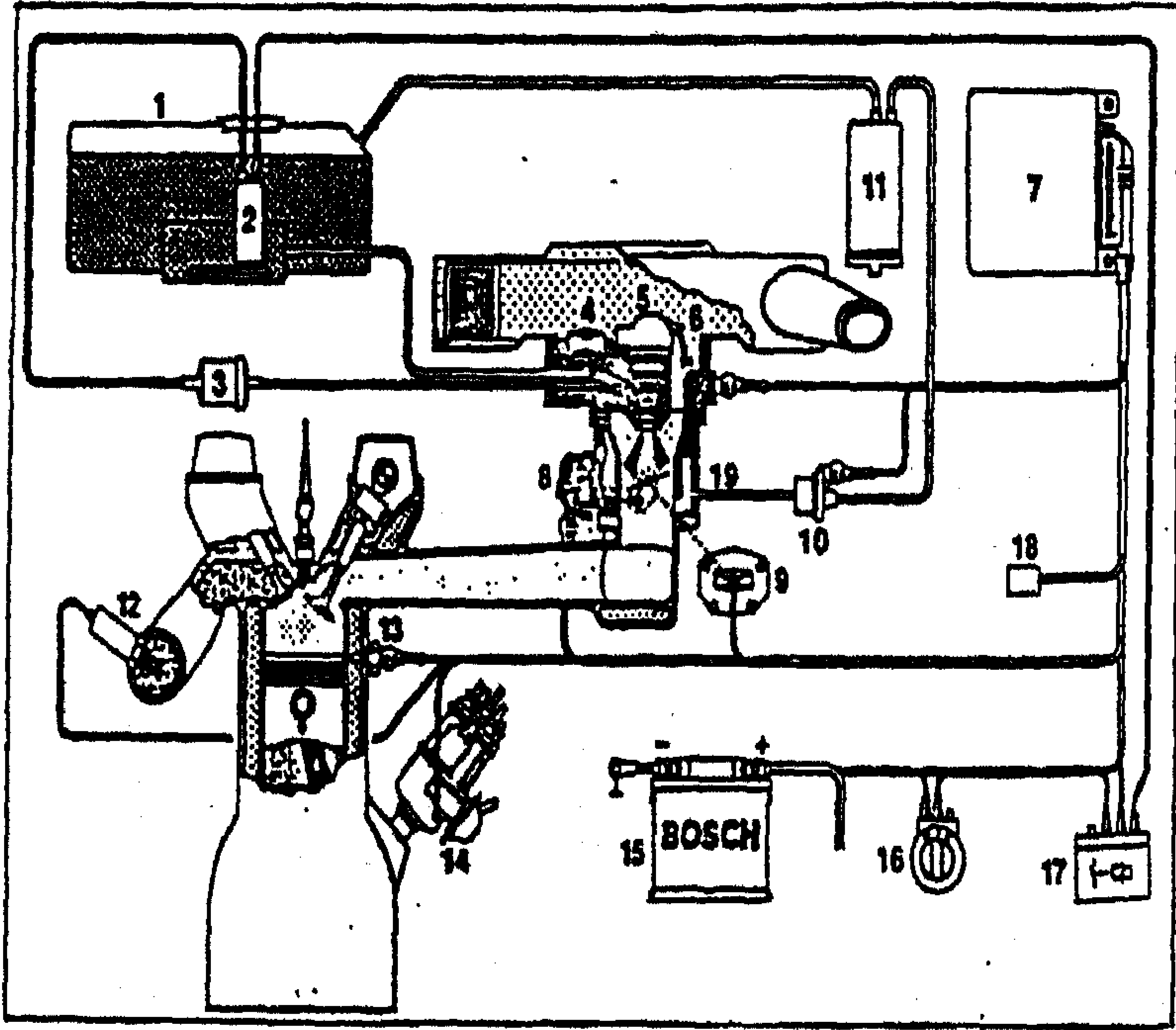
ويعد قلب نظام المونو هو وحدة الحقن المركزي والتى ترسل نبضة تشغيل للحاقن الذى يحقن الوقود فوراً فوق صمام الخانق .

ويستخدم مجمع السحب فى توزيع الخليط على الأسطوانات المختلفة وتقوم الحساسات المختلفة بقياس المتغيرات الهامة والمتعددة، والتى يمكن بواسطتها التحكم فى الحقن للحصول على احسن خليط .

حيث تقوم وحدة التحكم ECU باستقبال الإشارات القادمة من الحساسات وإعطاء نبضة الحقن. وكذلك تقوم الوحدة بتشغيل صمام علبة التكثيف ومشغل صمام الخانق والذى سيتم التعرض لهما فيما بعد .

التركيب العام للنظام :

١. خزان الوقود
٢. مضخة الوقود الكهربائية
٣. المرشح
٤. منظم ضغط الوقود
٥. صمام تشغيل صمام الحقن .
٦. حساس حرارة الهواء
٧. وحدة التحكم الإلكترونية
٨. مشغل صمام الخانق
٩. المقاومة المتغيرة (مركبة على صمام الخانق .
١٠. صمام علبة التكثيف .
١١. علبة الكربون .
١٢. حساس لمبدا
١٣. حساس حرارة المحرك .
١٤. موزع الإشعال .
١٥. البطارية
١٦. مفتاح تشغيل الإشعال وبادئ الحركة .
١٧. ريلية (مرحل)
١٨. وصلة تشخيص اعطال
١٩. وحدة الحاقن المركزي



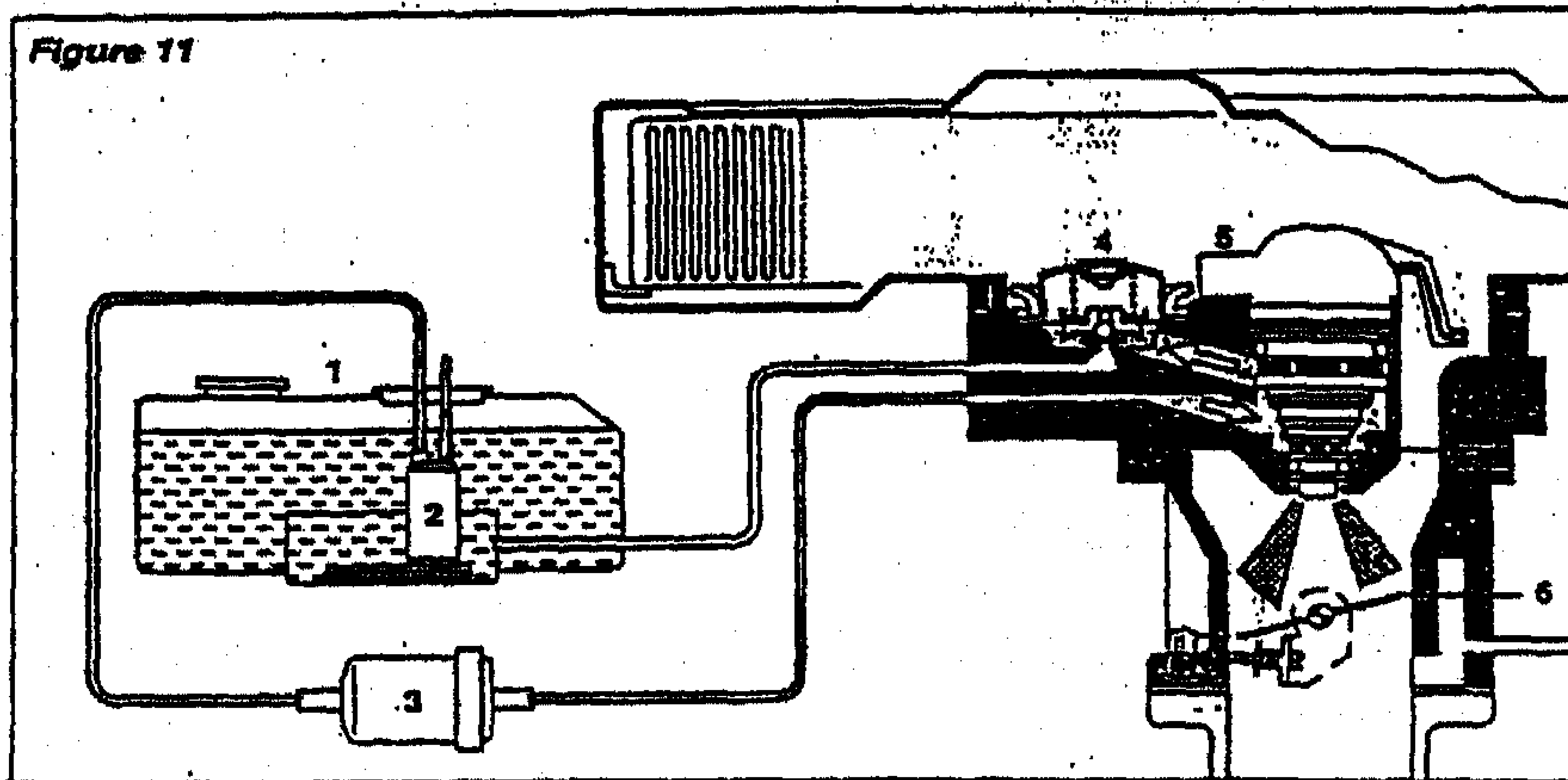
دورة الوقود :

الشكل يوضح رسم تخطيطي لدورة الإمداد بالوقود

١. خزان الوقود .　　　　٢. مضخة الوقود الكهربية .

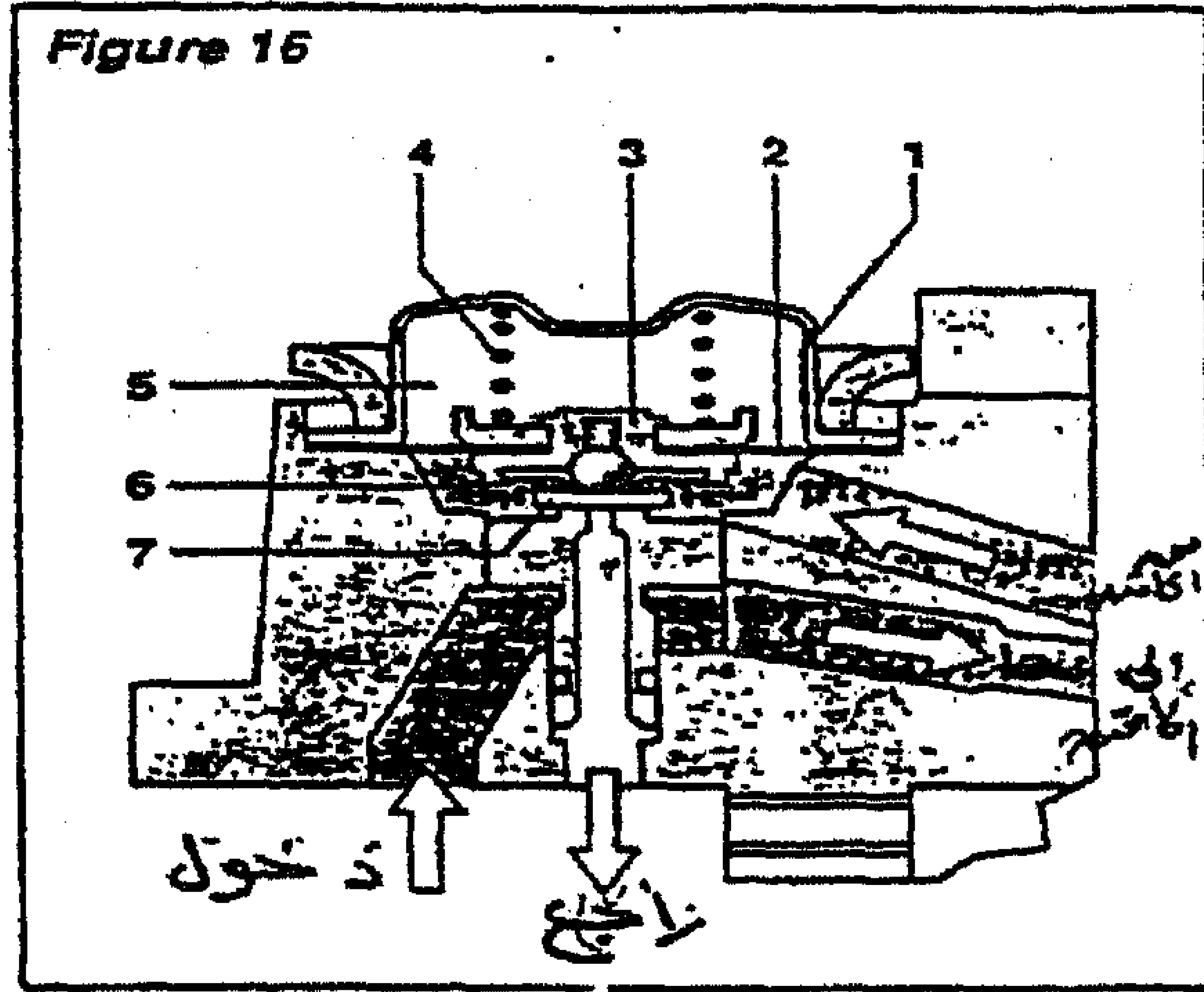
٣. المرشح　　　　٤. منظم ضغط الوقود .

٥. صمام الحقن　　　　٦. صمام الخانق .



منظم ضغط الوقود :

يقوم بالتحكم في الضغط داخل الحاقن، والحافظ عليه ثابتا دائما ويكون مع الحاقن وحدة متكاملة – أى أنه غير منفصل عن وحدة الحقن المركزي .



١. جسم الصمام . ٢. رداخ ٣. الصمام ٤.نابض

٥. غرفة علوية ٦. قرص الصمام المتحرك ٧. قاعدة الصمام المسطحة

التركيب

يتكون من غشاء مطاطي (رداخ) يقسم المنظم إلى غرفة وقود سفلية وأخري علوية تسمي غرفة النابض. حيث تؤثر قوة النابض العلوي على الغشاء ويتصل قرص الصمام المتحرك مع الغشاء من خلال حامل الصمام الذى يضغط بواسطة الياي على قاعدة الصمام المسطحة .

طريقة العمل

عند زيادة ضغط مضخة الوقود فإن الغشاء يرتفع لأعلى ليسمح بفتح صمام العودة إلى الخزان. وفى هذه المرحلة من الإتزان يكون فريق الضغط بين الغرف العلوية والسفلية نحو KP ١٠٠ أى نحو ١ ر. بار .

وعندما يقوم الصمام بحقن كمية الوقود فإن قرص الصمام يرتفع لأعلى بقيمة تعتمد على الكمية المحقونة من الوقود. ولقد تم اختيار مواصفات الصمام، وكذلك مساحة الغشاء. بحيث يظل الضغط دائما ثابتا داخل وحدة الحقن المركزي .

نظام عودة بخار الوقود إلى المحرك :

الشكل يبين منظومة عودة بخار الوقود إلى المحرك ، هى تتركب مما يلى:

١. ماسورة من خزان الوقود إلى علبة الكربون (التكثيف) .

٢. علبة الكربون (التكثيف) وبها فحم نشط .

٣. هواء نقي .

٤. صمام سريان البخار .

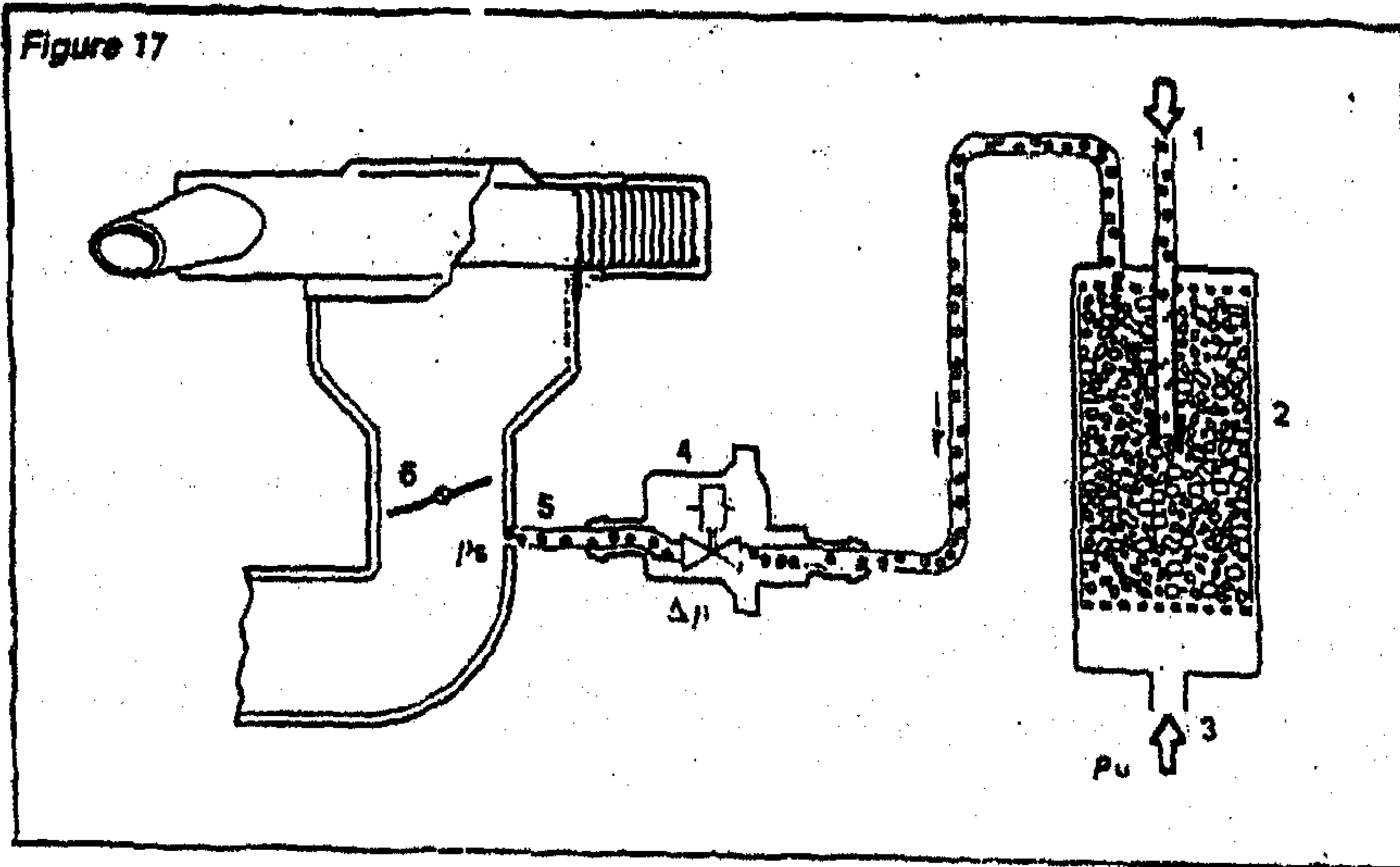
٥. ماسورة اتصال مع مجمع السحب .

٦. صمام الخانق .

P.S ضغط مجمع السحب .

PU الضغط الجوي

ΔP الفرق بين الضغط الجوي وضغط مجمع السحب .



نظام عودة بخار الوقود للمحرك

يوجد العديد من الدول تمنع انبعاث بخار الوقود من الخزان إلى الغلاف الجوي ولذلك لابد من تركيب نظام التحكم فى انبعاث البخار حيث يوصل مع الخزان علبة تسمى علبة التكثيف، وتحتوي على حبيبات من الكربون النشط الذى يقوم بامتصاص الوقود التى يحتويه البخار المنبعث من الخزان، ومن أجل انتقال الوقود من العلبة إلى المحرك يتم عمل اتصال بين العلبة وبين مجمع السحب كما بالشكل حيث يتم سحب الهواء النقي من خلال فتحة دخول فى علبة التكثيف، وعند مروره بين حبيبات الكربون يحمل الوقود المتكثف بين الحبيبات إلى داخل مجمع السحب حيث يمر إلى غرفة الاحتراق بدلا من تسربه إلى الجو .

صمام علبة التكثيف :

يلاحظ وجود صمام بين علبة التكثيف وبين مجمع السحب. وقد كان الصمام يعمل فى البدء بتأثير فرق الضغط بين مجمع السحب وبين ضغط علبة التصريف ولكن تم تغير النظام عن طريق تركيب صمام كهرومغناطيسي يتم التحكم فيه بواسطة وحدة التحكم الإلكترونية .

طريقة عمل صمام علبة التكثيف الحكهرومغناطيسي :

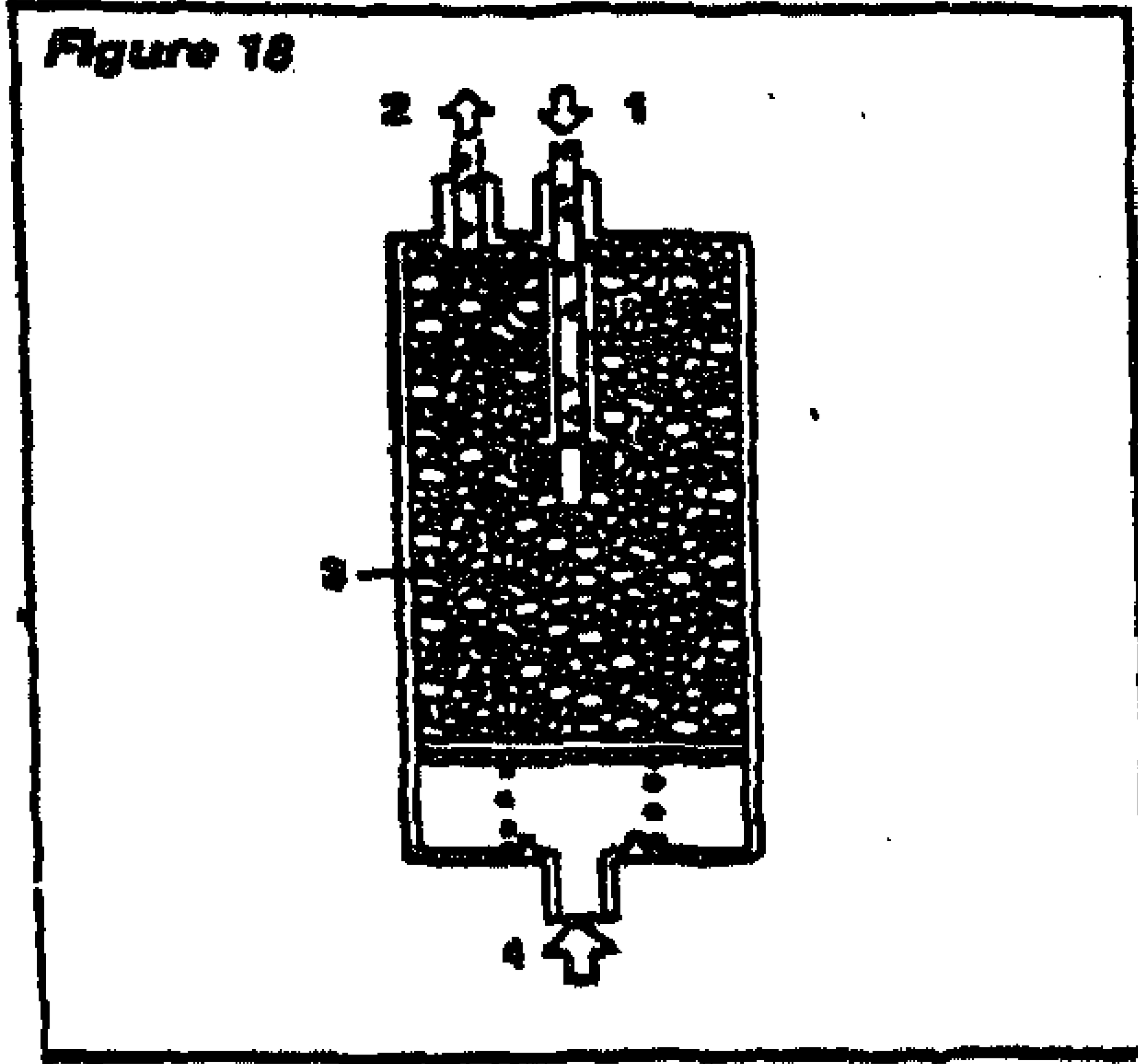
يمكن تقليل معدل سريان الهواء المحمل بالوقود عن طريق زيادة نسبة الغلق والفتح ON – OFF RATIO .

وعند توصيل التيار إلى الملف الكهربي يقوم بجذب الياي الورقي. ليقوم بغلق مسار خروج الهواء المحمل بالوقود .

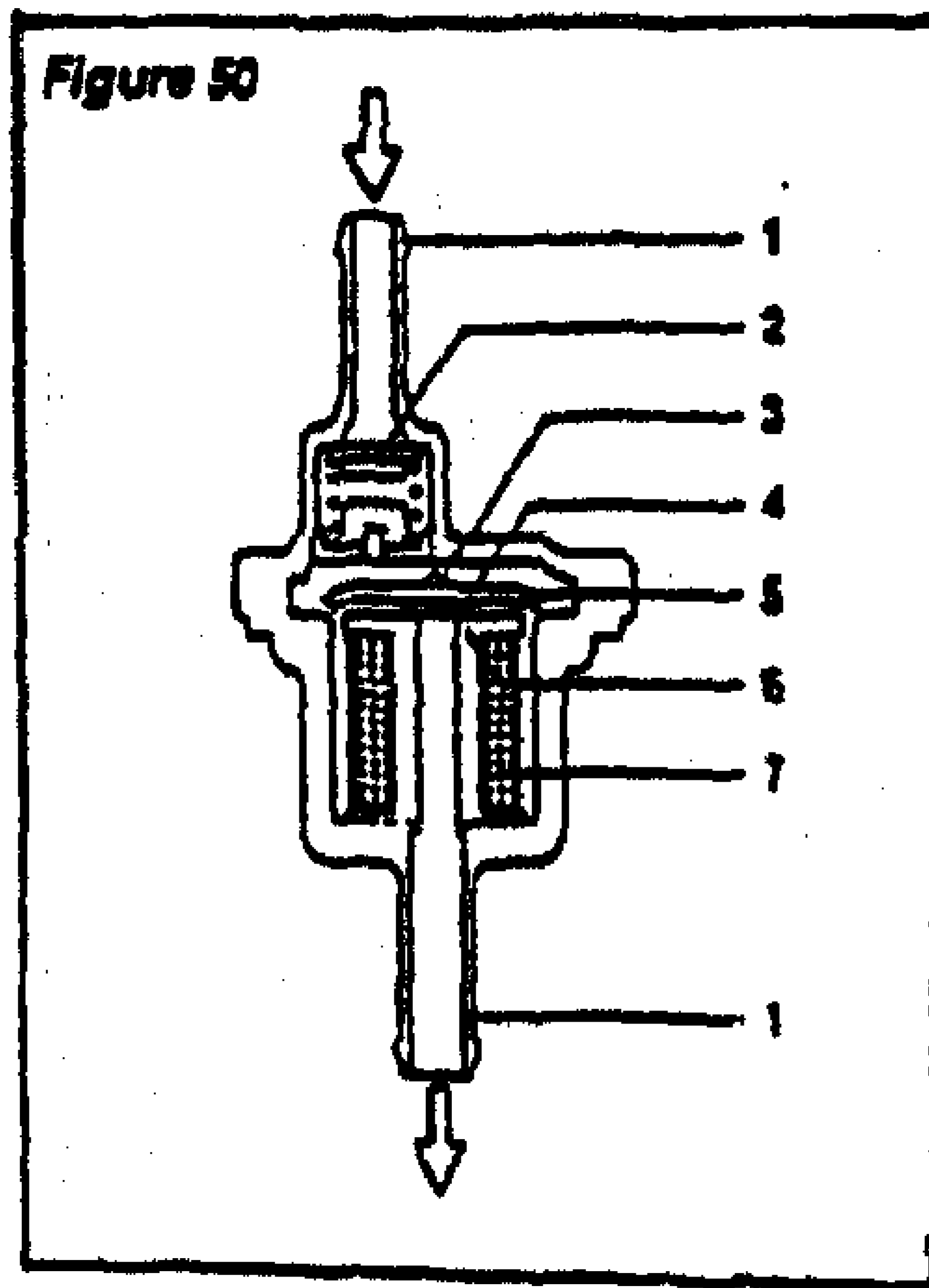
وعند عدم توصيل التيار إلى الملف الكهربي يقوم الياي الورقي برفع الحابك المطاطي، ويفتح مسار مرور الهواء المحمل بالوقود، وعندما يزداد فرق الضغط بين

مدخل الصمام ومخرجه ، فإن القوة المؤثرة على الياي الورقي تجعله ينحني مما يجعله يقترب من فتحه مرور الهواء المحمل بالوقود فتقل مساحة السريان .

ويوجد صمام لا رجوعي يمنع مرور الهواء المحمل بالوقود إلى مجمع السحب عندما يكون المحرك فى وضع الإيقاف .



١. من خزان الوقود
٢. إلى مجمع السحب
٣. كربون نشط
٤. الضغط الجوي .



تركيب الصمام :

١. مدخل الصمام .　　٢. صمام لا رجوعى

٣. ياي ورقي　　٤. حابك مطاطي

٥. الصمام المعدني .　　٦. قاعدة إحكام

٧. ملف كهربي .

التعريف على معلومات التشغيل :

١. نسبة الخليط : فى نظام المونو يتم تقدير نسبة الخليط الصحيحة عن طريقين هما:

أ. زاوية فتح صمام الخانق : حيث إنها تدل على مقدار الفتحة بين جسم الصمام والصمام تحت تاثير حركته، ويتم معرفة زاوية فتح الصمام عن طريق المقاومة المتغيرة المركبة على صمام الخانق .

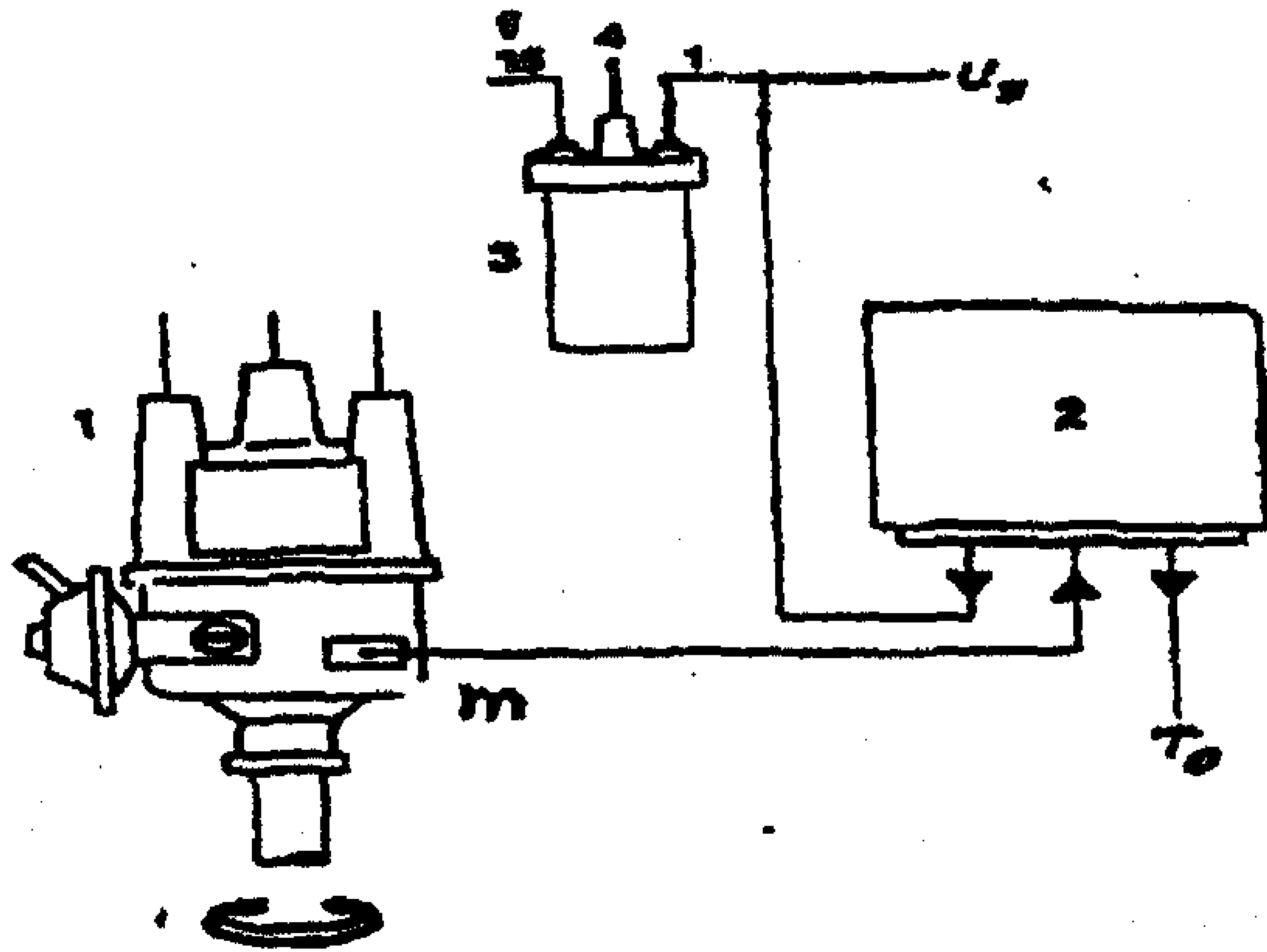
ب. سرعة المحرك : ويستدل عليها من دائرة الإشعال :

الشكل يوضح إشارة السرعة من دائرة الإشعال .

١. الموزع . ٢. وحدة التحكم فى الإشعال ٣. ملف الإشعال .

m سرعة المحرك . Us إشارة الفولت .

T نبضة مشكلة من وحدة التحكم فى الحقن والإشعال ECU



الشكل يوضح حساس زاوية فتح صمام الخانق :

A – الجسم مع المنزلق . b – الجسم مغطي بمضمار المقاومة المتغيرة .

١. قطاع سفلي فى وحدة الحقن . المركزي .

٢. محور صمام الخانق .

٣. الذراع المنزلق .

٤. المنزلق .

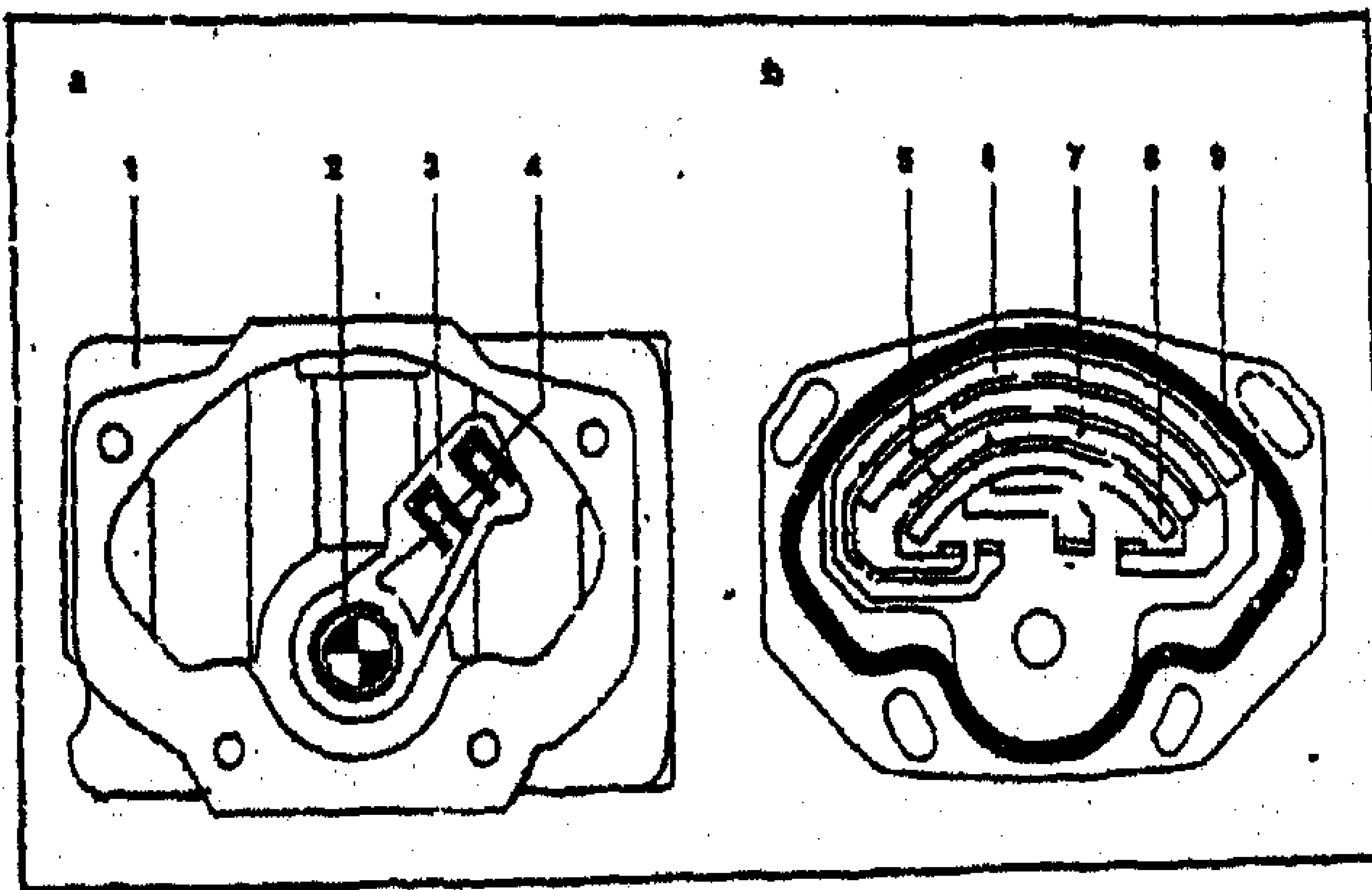
٥. مضمار المقاومة ١

٦. مجمع المقاومة ١.

٧. مضمار المقاومة ٢

٨. مجمع المقاومة ٢

٩ حابك مطاطي .



حساس زاوية فتح صمام الخانق

ضغط الوقود بالحاقن .

يكون الضغط داخل الحاقن ثابتا بالمقارنة مع الضغط خارج الحاقن، والذى قد يزداد . وهذا يعني أن كمية الوقود المحقونة تعتمد على المدة الزمنية التى يظل خلالها الحاقن مفتوحاً. وهذه المدة تسمي فترة الحقن وهذه الفترة لابد أن تحدد على اساس كمية الهواء المسحوبة والمسجلة وذلك للحصول على احسن خليط .. وعلى ما سبق فيجب العلم أن فترة الحقن تتوقف أولا على زاوية فتح الصمام الخانق وسرعة المحرك.

معلومات التشغيل :

تقوم وحدة التحكم الإلكترونية باستقبال الإشارات المختلفة من الحساسات ، ثم تستخدم هذه المعلومات بعد برمجتها لتوليد نبضة تقوم بفتح صمام الحقن بالإضافة إلى إرسال نبضة أخري إلى مشغل صمام الخانق وأخري إلى صمام علبة التكثيف Canister – Purge .

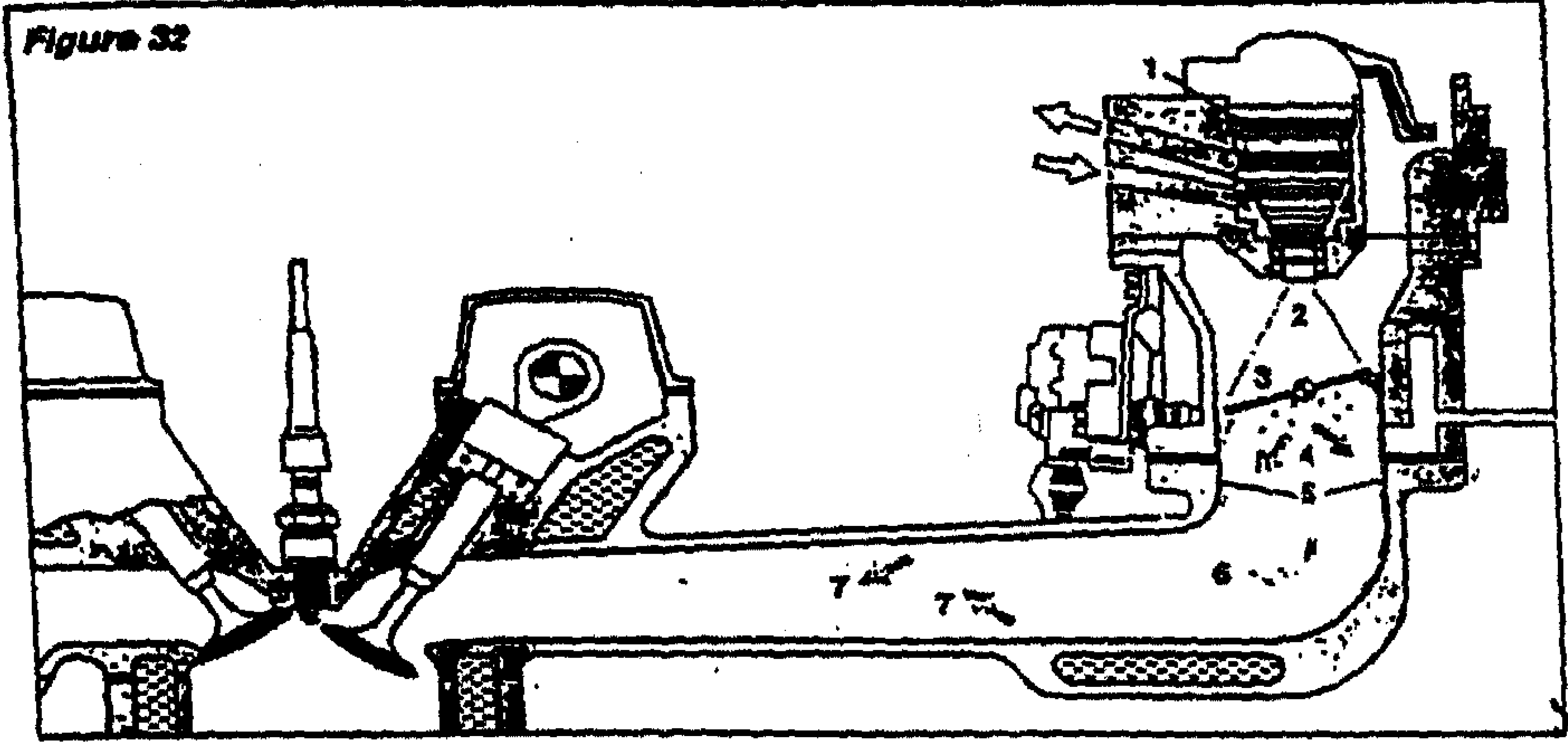
وحدة التحكم :

توضع داخل غلاف مقوي من البلاستيك أو الفيبر جلاس ، وبذلك تكون بمعزل تماما عن الحرارة المنبعثة من المحرك وهى تركب إما داخل السيارة أسفل التابلوه ، أو عند منطقة سحب الهواء بين المحرك وصدر السيارة والوحدة يوجد بها ٢٥ طرفا.

حقن الوقود :

لابد لنظام حقن الوقود أن يكون قادراً على معايرة أقل كمية ممكنة من الوقود فى وضع اللاحمل ... وكذلك أقصي كمية فى وضع الحمل الكامل . وقد تم وضع وحدة الحقن المركزي فى مركز سريان الهواء المسحوب ، وتم تصميمه طبقا لأساسيات سريان الموانع (السوائل – الهواء) حيث يحدث الخلط الجيد بين الهواء

المسحوب والوقود المحقون . ويلاحظ أن المنطقة أعلى الصمام المركزي مغلقة وتحتوي على التوصيلات الكهربية للصمام، وكذلك على حساس تصحيح الوضع المحوري للصمام .



شكل تبخر الوقود عند العمل على البارد

الشكل يبين تبخر الوقود عند العمل على البارد .

١. صمام الحقن . ٢. الوقود المعاير .

٣. صمام الخانق ٤. وقود مترسب

٥. طبقة من الوقود على جدران مجمع السحب .

٦. سريان الوقود المتبخر . ٧. وقود متبخر من جدران مجمع السحب .

حاقن الوقود :

يشمل الحاقن هيكل ومجموع الصمام وغلاف الصمام الذى يحتوي على الملف والوصلات الكهربية كما يشمل جسم صمام الحقن الذى يحمل إبره الصمام .

طريقة عمل صمام الحقن :

عندما لا يكون هناك تيار فى الملف الكهربي تساعد قوة الياي على تثبيت إبرة الصمام على قاعدتها. وعند وصول التيار فى الملف الكهربي يرتفع الصمام بمقدار ٠,٦ مللى أو ٠,١ مللى (حسب التصميم) وعند ارتفاع الصمام عن القاعدة يمكن

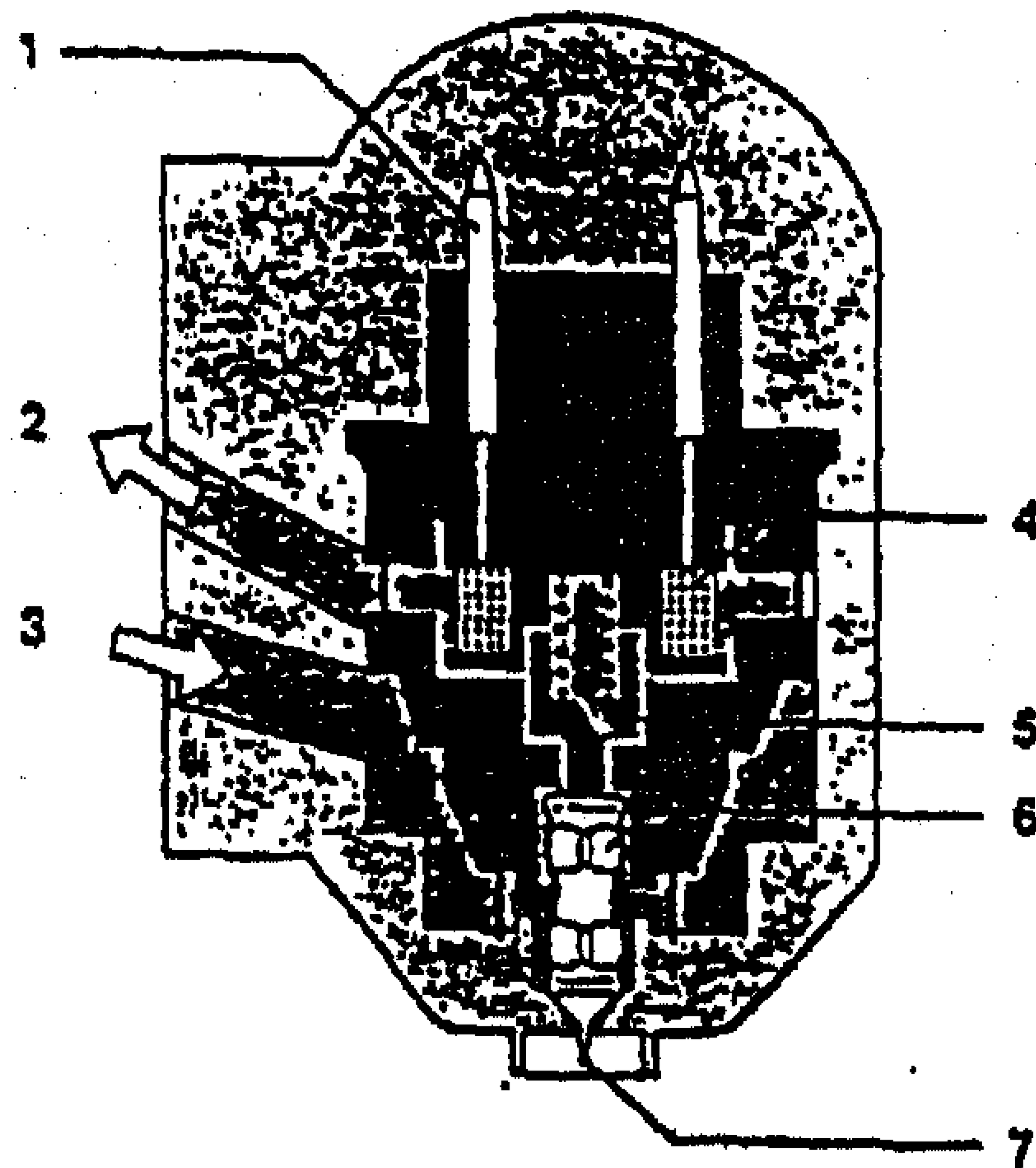
للوقود أن يحقن من خلال الفراغ الخلفي حول الإبرة ويخرج فى شكل مخروطي ويتم تشكيل طرف الإبرة (Pintle) بحيث يعطي أحسن تذرير .

وحيث إن الضغط داخل الصمام ثابت دائما فإن الكمية المحقونة تعتمد على زمن فتح الصمام، والذى تحدده وحدة التحكم ECU وتقوم وحدة التحكم بأعطاء إشارة حقن مع كل نبضة إشعال . ويبلغ زمن الحقن أقل من ١ مللى ثانية فى اللاحمل ونحو ٥ مللى ثانية عند الحمل الكامل.

التحكم فى سرعة اللاحمل :

مشغل صمام الخانق :

فى نظام المونو لا توجد حاجة لضبط سرعة اللاحمل . حيث يقوم مشغل صمام الخانق بتغيير فتحة الصمام بواسطة ذراع، وعن طريقهة يتم ضبط سرعة اللاحمل تحت كل الظروف والمتغيرات للأحمال التى تطرأ على المحرك ، سواء كان المحرك بارداً أو ساخنا. ويتم ذلك عن طريق الوحدة الإلكترونية والتى تقارن وضع صمام الخانق الفعلى، والذى يتم التعرف عليه من المقاومة المتغيرة المركبة على صمام الخانق والوضع المفروض أن يكون ، والذى يتم تقديره على اساس سرعة المحرك الحالية .. ثم تعديل وضع الصمام للموضع المناسب .

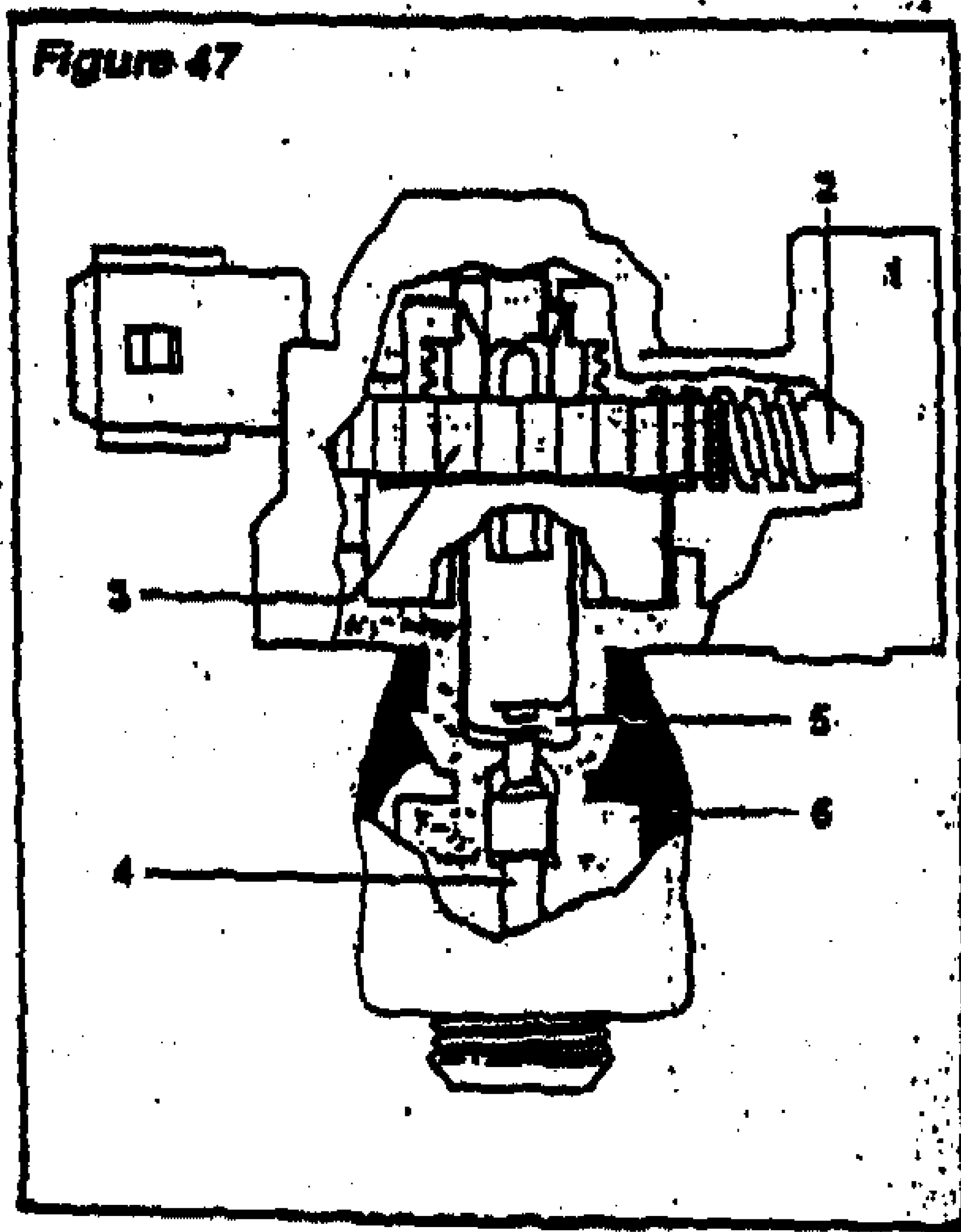


١. وصلات كهربائية . ٢. عودة الوقود .
٣. دخول الوقود . ٤. ملف كهربي
٥. قلب معدني . ٦. إبرة الصمام
٧. منفث

تركيب وطريقة عمل مشغل صمام الخانق :

طريقة العمل :

يتم تشغيل المشغل بواسطة محرك كهربي الذى يحرك محور التعديل المتصل بصمام الخانق عن طريق إدارة العجلة المسننة وعندئذ يتحرك الصمام إما بالفتح أو الغلق حسب قطبية التيار المار بالمحرك الكهربي، وعند حركة محور التعديل يحدث اتصال بين نقاط وضع اللاحمل حيث تمد الوحدة بإشارة تدل على وضع اللاحمل .



تركيب مشغل صمام الخنق .

التركيب :

١. المحرك الكهربي . ٢. ترس لولبي
٣. عجلة مسننة ٤. محور التعديل
٥. نقاط توصيل اللاحمل ٦. حافظة مطاطية .

وحدة الحقن المركزي :

تثبت وحدة الحقن المركزي على مجمع السحب مباشرة. حيث تمد المحرك بأفضل وأنسب كمية وقود وتعد الوحدة هى قلب نظام الحقن – وتعاير كمية الهواء المسحوب عن طريق وضع صمام الخانق، وكذلك المحرك كما سبق ذكره .

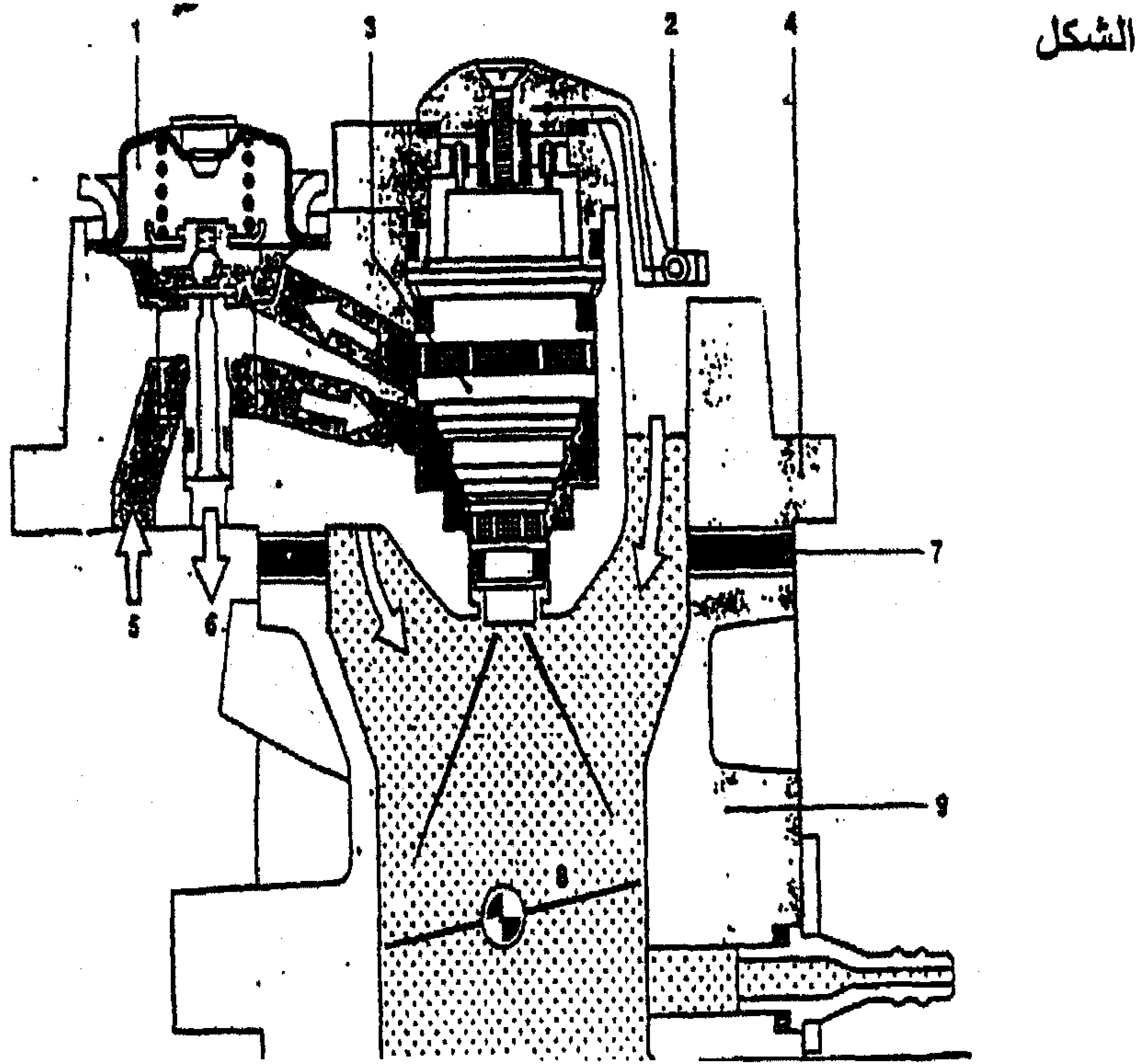
القطاع العلوي لوحدة الحقن :

ويشمل صمام الحقن ومنظم الضغط، وقنوات دخول وخروج الوقود للوحدة حيث يدخل الوقود من القنوات السفلية، ويخرج من القنوات العلوية، ويقوم الوقود

الراجع للخزان بإحاطة الحاقن ليقوم بتبريده باستمرار ، وكذلك يحتوي الجزء العلوي على حساس قياس درجة الهواء المسحوب إلى المحرك .

ويلاحظ أن صمام الحقن يقوم بتغيير كمية الوقود المحقون عن طريق تغيير زمن فتح الصمام – ويبلغ زمن الفتح عند السرعات البطيئة نحو ١,٥ مللي ثانية. وعند السرعات القصوى ٥ مللي ثانية – أما توقيت الحقن فإنه مع كل نبضة إشعال تحدث نبضه حقن .

الشكل



شكل قطاع فى وحدة الحقن المركزي

١. منظم الضغط. ٢. حساس قياس درجة حرارة الهواء المسحوب .
٣.صمام الحانق . ٤.الغلاف
٥. دخول الوقود . ٦. الوقود الفائض .
٧. المقاومة المتغيرة لصمام الخانق (غير موضحة بالشكل) .
٨. مشغل صمام الخانق .

القطاع السفلى لوحدة الحقن :

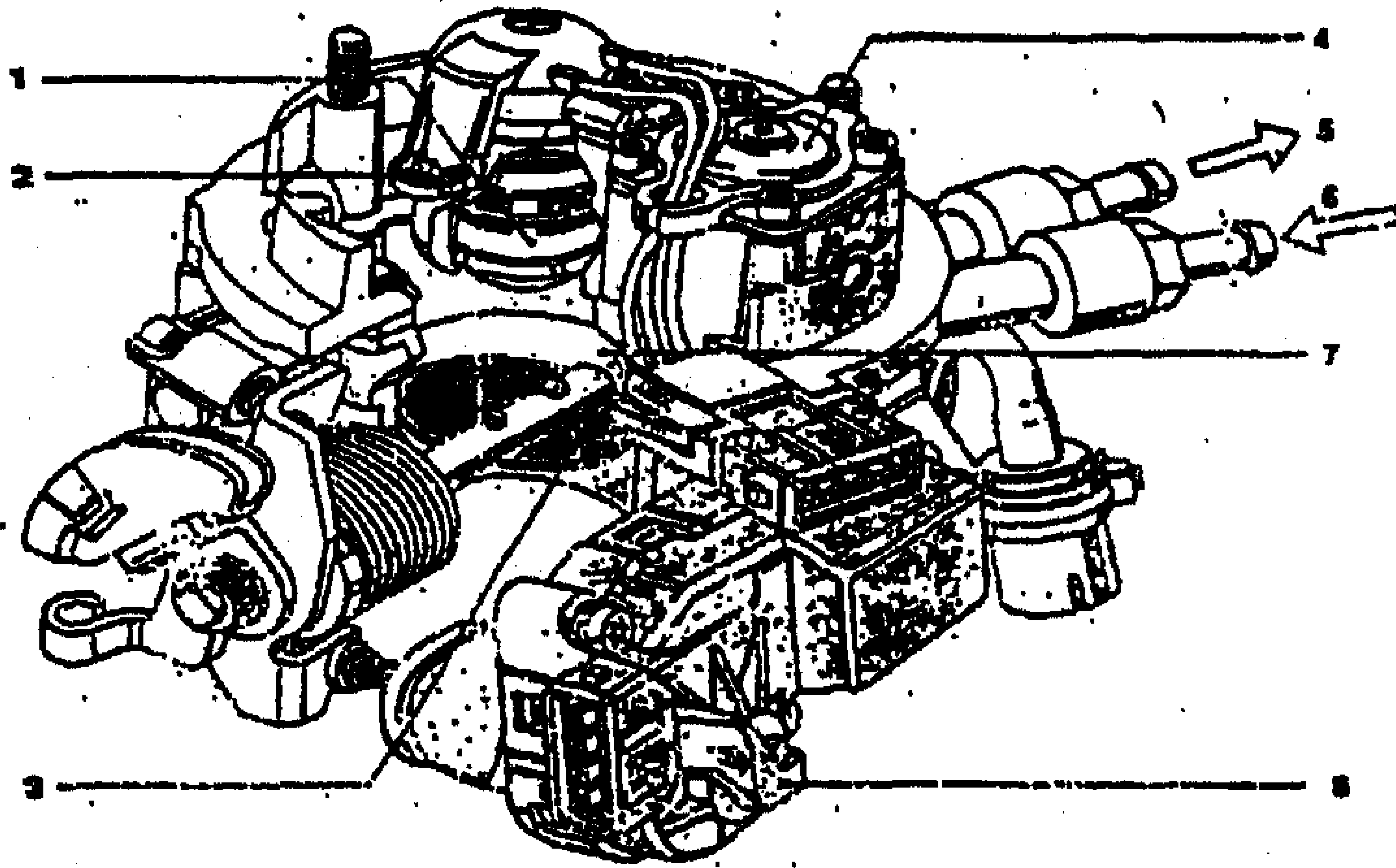
يشمل صمام الخانق والمقاومة المتغيرة لصمام الخانق، وكذلك مشغل صمام الخانق .

الشكل:

القطاع السفلى لوحدة الحقن :

يشمل صمام الخانق والمقاومة المتغيرة لصمام الخانق، وكذلك مشغل صمام الخانق .

الشكل



شكل وحدة الحقن المركزي

١. منظم ضغط الوقود . ٢.حساس قياس درجة حرارة الهواء المسحوب .

٣. صمام الحقن . ٤.القطاع العلوي .

٥. دخول الوقود ٦. قناع عودة الوقود .

٧. قرص عازل حراري . ٨. صمام الخانق

٩. القطاع السفلي .

البطاريـــة

هي جهاز يعمل على تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية عند التفريـــغ و العكس عند الشحن.

وظيفة البطارية :

١- إمداد محرك بدء الحركة (المارش) بالتيار اللازم لبدء إدارة المحرك .

٢- إمداد جميع الاجهزة في السيارة بالتيار أثناء توقف أو إدارة المحرك .

٣- تقوم بتخزين طاقة المولد حتي يمكن الاستفادة بها في حالة عدم كفاية إنتاجه.

أنواع البطاريات :

١- بطاريات جافة مثل الاعمدة الكهربية (كربون – زنك) و كـــذلك بطاريـــات الساعات.

٢- بطاريات سائلة و تشمل بطاريات حامضية و أخري قلوية .

بطاريات الرصاص الحامضية :

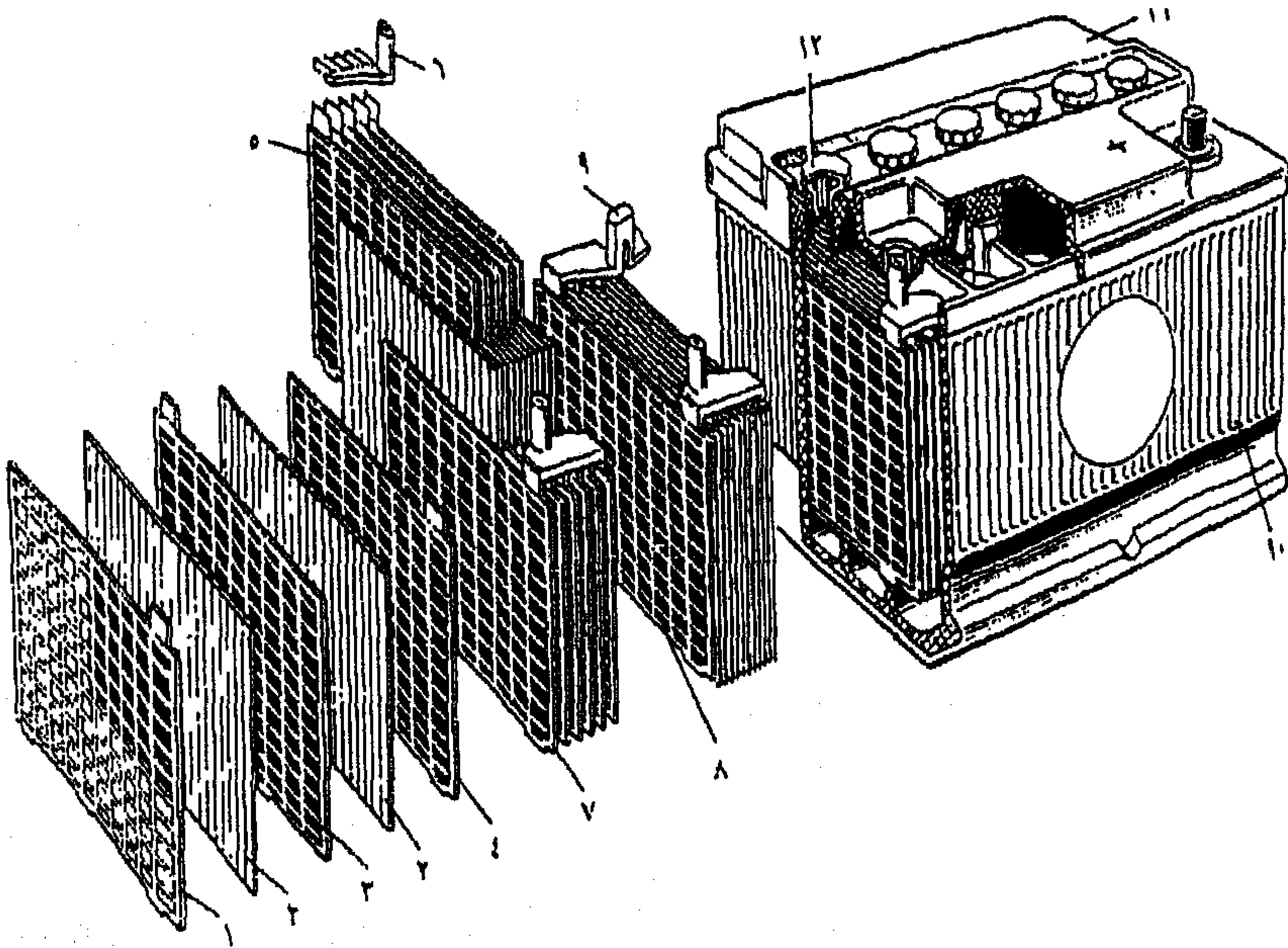
هذا النوع هو السائد الاستخدام في السيارات نظرا لإنخفــاض قيمنــة المقاومـــة الداخلية لها وإمكانية الحصول على تيار عالي عند بدء الادارة بدون هبوط كبير فـــي الجهد .

التركيب :

تتألف بطارية (المركم) الرصاصية – الحمضية كما بالشكل مـــن الأجـــزاء الرئيسية التالية : الألواح السالبة ٤، المجمعـــة فـــى الكتلـــة النـــصفية ٧، والألـــواح لموجبة ٣ ، المجمعة فى الكتلة النصفية ٥، والفواصل ٢، والرؤوس ٦ التـــى تجمـــع الألواح الموصلة على التوازى وذات الشحنة الواحدة (الموجبة أو السالبة) فى كتلـــة

واحدة، ومسامير – أطراف توصيل الإخراج ٩ ، وصندوق المركم ١٠ مـــع الغطـــاء المشترك ١١، وسدادات – فتحات تعبئة ١٢ .

وتتالف الألواح السالبة والموجبة من شبكة ١ ، مصبوبة من سبيكة الرصاص والانتيمون تكون نسبة الأخير فيها من ٥% – ٦% ويزيد الانتيمون من مقاومة الشبكة للتأكسد ويرفع متانتها ويحسن سيولة السبيكة عند صب الشبكات .



الشكل بطارية (المركم) الرصاصية – الحمضية مع الغلاف

وتقوم الشبكة يدور الإطار الذى تسبب عليه المادة الفعالة للوح. وإلى جانـــب ذلك تضمن الشبكة تفريغا وتوصيلا متساويا للتيار إلى المادة الفعالة عند تفريغ وشحن المركم. وتصنع المادة الفعالة على شكل معجون تدهن الشبكة به. فتزداد بفضل مسامية المادة ، المساحة الفعالة للوح بـــ ٦٠٠ – ٨٠٠ مرة قياسا إلى مساحتها الحقيقة .

وتستخدم المادة الفعالة للألواح السالبة الرصاص الاسفنجي Pb ، وهو ذو لون رمادي أما المادة الفعالة للألواح الموجبة فتكون من ثاني أكسيد الرصاص PbO_2 الذى يكون بلون بني غامق .

ولغرض وقاية الألواح السالبة والموجبة من التماس (دائرة القصر)، يتم فصلها بحشوات (فواصل) وتوجد أضلاع فى الفاصل من الجهة المواجهة للوح الموجب. وهذا يضمن وصول كمية أكبر من الحامض، الضروري لسريان التفاعل الكيميائي الطبيعي، إلى اللوح الموجب .

ويصنع **الغلاف** بالكبس من الأبونيت أو من مادة لدنة حرارية ويكون شكل هذا **الغلاف** عموماً شبيها بالوعاء المشترك(كتلة واحدة) المقسم إلى خلايا منفصلة بواسطة الحواجز. توجد فى قاع كل خلية أربعة أضلاع منشورية تستند عليها الألواح السالبة والموجبة. وتتجمع الرواسب الساقطة عند عمل البطارية فى الفراغ بين اضلاع الصندوق دون اتصال الألواح ولغرض ربط الألواح فى البطارية، توضع مجموعات الألواح ٨ فى خلايا الكتلة بشكل بحيث يكون مسمار الراس السالب لاحدي مجموعات الألوح، بالقرب من مسمار الرأس الموجب للكتلة لمجموعة الألواح المجاورة. وتوصل المسامير المتجاورة (+ و –) فيما بينهما. وتصب على المسمارين (الطرفين) وصلات مخروطية. وتكون قاعدة الوصلة (+) أسمك من قاعدة الوصلة (–) تبلغ اقطارهما 19,5-20 mm و 02 – 17.9 على التوالى وهذا يؤدي إلى تقليل حد خطر التوصيل الخاطئ للبطارية فى السيارة .

ويكون فرق الجهد بين الألواح الموجبه والسالبة للخليه الواحده ٢,١ فولت بدون تحميل وينخفض فى حاله التحميل الي نحو ٢ فولت عند ملء خلايا البطارية بالمحلول Electrolyte ذو كثافة ١,٢٨ عند درجة حراره ٢٧م . وفى المتوسط يكون الجهد على طرفى (قطبى) البطارية ١٢ فولت وتتصل الخلايا معا على التوالى

للحصول على جهد ٦ فولت أو ١٢ فولت أو ٢٤ فولت ومثال لذلك فإن توصيل ٦ خلايا معا على التوالى تعطى جهد البطارية ١٢ فولت.

ومعظم البطاريات يوجد بها غطاء لكل خلية به ثقب لتنفيس الغازات التى قد تتصاعد أثناء التشغيل . وتنزع هذة الأغطية لملء البطارية بالمحلول فى البداية ، أو تعويض الفقد بالماء المقطر عندما ينقص مستواه .

محلول البطارية

يحتوى محلول البطارية على ٦٠% ماء و ٤٠% حامض كبريتيك عندما تكون البطارية مشحونة ، و يكون الوزن النوعى للمحلول عندئذ ١,٢٨جم /سم٣. وعند توصيل طرفى البطارية بحمل كهربائى يتحلل حامض الكبريتيك تدريجياً ويتفاعل مع الألواح، و بالتالى ينخفض الوزن النوعى للمحلول ، و يضعف جهد البطارية بمرور الوقت إلى أن يصبح غير قادر علي تلبية الإحتيلجات من التيار . و لذلك فهى تحتاج إلى شحن بصفة مستمرة ، و يتم ذلك بواسطة الدينامو ، حيث تعود مكونات حامض الكبريتيك من كبريتات وهيدروجين إلى الإتحاد وتترك الكبريتات المتحللة الألواح مرة أخرى . و يكون تيار الشحن معاكس لتيار البطارية ، أى فى عكس اتجاهه .

التفاعلات التي تتم في البطارية :

حالة التفريغ (تحميل البطارية) :

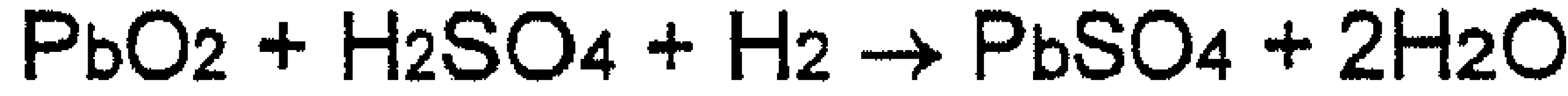
يسري التيار الكهربي من القطب الموجب إلى القطب السالب خلال مستهلك التيار و تكتمل الدائرة من القطب السالب إلى الموجب داخل البطارية خلال حامض الكبريتيك الذي يبدأ في التحلل فتنفصل الكبريتات (S O 4) من الهيدروجين H2 وكذلك الأكسجين O2 من اللوح الموجب وتتجه الكبريتات إلى اللوحين الموجب و السالب لتكون كبريتات الرصاص على كل من اللوحين بينما يتحد الأكسجين مع الهيدروجين مكونا H2O وبذلك تقل كثافة الحامض.

ويكون التفاعل مع اللوح السالب كما يلي :



$$Pb + H_2SO_4 \rightarrow Pb\,SO_4 + H_2$$

ويكون التفاعل على اللوح الموجب كما يلي :



$$PbO_2 + H_2SO_4 + H_2 \rightarrow PbSO_4 + 2H_2O$$

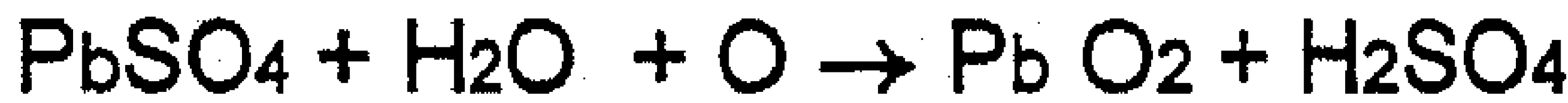
حالة الشحن :

في هذه الحالة يحدث العكس فيسري التيار من المولد إلى القطب الموجب للبطارية ثم الحامض إلى القطب السالب ومنه إلى المولد مره ثانية حيث تتفصل الكبريتات SO_4 من الألواح السالبة و الموجبة و يتحلل الماء الموجود بالحامض إلى أكسجين(O) و هيدروجين H_2 فتتحد الكبريتات مع الهيدروجين مكونة حمض الكبريتيك H_2SO_4 بينما يتجه أكسجين إلى اللوح الموجب مكونا ثاني أكسيد الرصاص $Pb\ O_2$ و يكون تفاعل اللوح السالب كما يلي :



$$PbSO_4 + H_2O \rightarrow Pb + H_2SO_4 + O$$

وتفاعل اللوح الموجب كمايلي :



$$PbSO_4 + H_2O + O \rightarrow Pb\,O_2 + H_2SO_4$$

من التفاعلات السابقة نجد أنه عند تفريغ البطارية تقل كثافة الحامض وتتكون كبريتات الرصاص على الالواح الموجبة و السالبة ويلاحظ أن ضغط البطارية ينخفض إلى ٢ فولت بعد توصيل البطارية بمستهلك التيار و يظل ثابتا خلال فترة التفريغ التي يجب الا تقل نظريا عن ٨ ساعات وعند إنتهاء فترة التفريغ ينخفض ضغط العمود إلى نحو ١,٨ فولت وتقل الكثافة ويجب إيقاف التفريغ عند هذه القيمة لضمان عدم تلف البطارية من تاثير كبريتات الرصاص حتي يمكن أعادة شحنها مره أخري .

ويلاحظ ايضا من تفاعلات الشحن أن اللوح السالب يعود إلى الرصاص و الموجب لثاني أكسيد الرصاص وتزداد كثافة الحامض و يلاحظ أنه عند الشحن يجب

أن يكون ضغط المنبع اعلي قليلا من ضغط البطارية المراد شحنها و يتم الشحن ببطء حتي يرتفع الضغط إلى ٢ فولت تقريبا ويظل ثابتا خلال زمن الشحن ثم يصل إلى ٤ ، ٢ فولت حتي تمام الشحن و يستدل على تمام الشحن من اللاحظات الآتية.

١ - ثبات جهد العمود عند ٤ ، ٢ فولت

٢ - ثبات كثافة الحامض عند٢٨ ، ١ جم / سم٣

٣ - تصاعد الغازات

تأثير الشحن الزائد على البطارية :

عند زيادة الشحن عن الطاقة اللازمة للبطارية ترتفع درجة حرارة الالواح و السائل ويتبخر الماء الموجود بالحامض حيث ينخفض مستوي السائل و تتعرض الالواح للتلف لتعرضها للهواء بالاضافة إلى إنتفاخ عجينة الالواح وتساقطها من الشبكة و حدوث دائرة قصر بين الالواح .

تاثير التفريغ (التحميل) الزائد على البطارية :

يؤدي التفريغ الزائد إلى إنخفاض سريع في جهد البطارية بالاضافة إلى زيادة الاجهادات على الالواح فتقل كفاءتها لتكون كبريتات الرصاص بدرجة يصعب إزالتها .

وكلما أنخفضت قيمة التيار المسحوب من البطارية يظل جهد البطارية ثابتا لفترة طويلة نسبيا . و العكس صحيح

التفريغ الذاتي للبطارية :

يحدث تفريغ ذاتي للبطارية عند عدم إستعمالها نتيجة للتفاعلات بين الالواح والحامض و يبلغ مقدار التفريغ من ٠,١ إلى ٠,٢% من شحنها (سعتها) يوميا عند درجة حرارة الغرفة بالنسبة للبطارية الجديدة وكلما كانت البطارية قديمة زاد معدل التفريغ الذاتي ليصل إلى نحو ١ % يوميا . و يزداد معدل التفريغ الذاتي بارتفاع

درجة الحرارة. وعموما فإن كل زيادة في درجة الحرارة بمقدار ١٠ درجـات عـن درجة حرارة الغرفة تؤدي إلى تضاعف التفريغ الذاتي

سعة البطارية :

تعرف سعة البطارية بوحدة أمبير / ساعة (A/hr) و تعرف السعة بإنها كميـة التيار الممكن إستهلاكه من البطارية حتي تمام التفريغ خلال زمن معين .

وتتوقف سعة البطارية الجديدة على العوامل الآتية :

١- عدد الالواح الموجبة والسالبة في كل خلية حيث تزداد سعة البطارية بزيادة عدد الالواح .

٢- مساحة سطح الالواح المغمورة في الحامض حيث تزداد السعة بزيـادة هـذه المساحة .

٣- كثافة الحامض حيث تقل السعة بإنخفاض الكثافة عن ١,٢٨ جم / سم٣ ويـؤدي نقص الكثافة

بمقدار ٠,٠١جم / سم٣ إلى نقص سعة البطارية بمقدار ١٢/١ من سعتها

٤ - عوامل تتوقف على طبيعة التشغيل للبطارية و منها :

أ - زمن التفريغ :

كلما زاد زمن التفريغ أمكن الاستفادة من التفاعلات الكيمائية ويؤدي ذلك إلـى زيادة الاستفادة من سعة البطارية وبالعكس يعتبر التفريغ السريع أي حمل كبيـر فـي زمن صغير ضار جدا بنسبة الاستفادة من سعة البطارية

ب - شدة تيار التفريغ :

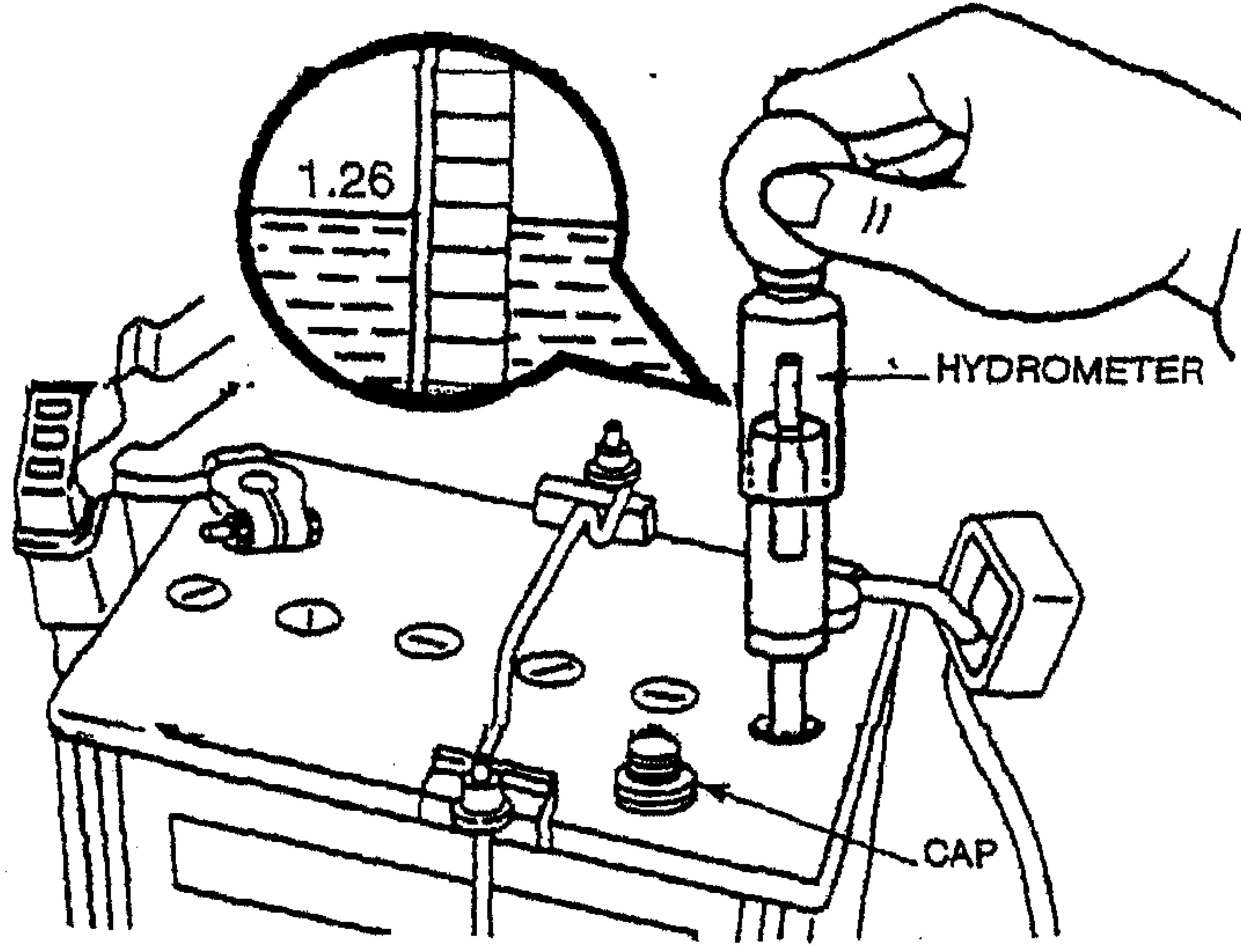
تقل سعة البطارية كلما زادت شدة تيار التفريغ .

ج - درجة حرارة التشغيل :

تعطي البطارية سعتها كاملة عند ٢٧ درجة مئوية (٨٠ ف) و أي تغيير في درجة الحرارة يؤثر سلبيا على سعة البطارية ويتضح أن انخفاض درجة الحرارة تؤثر على السعة المستفادة و أحسن أستفادة عند ٢٧ درجة مئوية .

اختبار شحن البطارية

توجد عدة طرق لاختبار حالة البطارية من حيث الشحن ، أهمها اختبار الهيدروميتر Hydrometer Test.



وهو جهاز بسيط ، و يتكون كما هو موضح فى الشكل من أنبوبة زجاجية بطرف مطاطى طويل ، و طرفها الآخر به انتفاخ مطاطى . توجد فى هذه الأنبوبة عوامة زجاجية تحتوى بداخلها على ثقل من الرصاص ،، و عليها تدريج للوزن النوعى للمحلول مدعم باللونين الأخضر و الأحمر بالإضافة إلى اللون الأبيض . ووضع ثقل معاير من الرصاص فى قاع العوامة يجعلها متزنة دائما فى وضع رأسى عندما تغمر بالمحلول .

والهيدروميتر فى الواقع يحدد الوزن النوعى أو الكثافة للمحلول . و يتم ذلك بإدخال طرفه فى فتحة الملء للبطارية وسحب كمية من المحلول بالضغط على الانتفاخ المطاطى ثم تركه . فتبدأ العوامة الزجاجية فى الطفو مع ارتفاع مستوى المحلول فى الهيدروميتر ، و يتناسب طول الجزء الظاهر من العوامة مع الوزن النوعى للمحلول .

و لذلك بكون وضع العوامة بالنسبة لسطح المحلول فى الهيدروميتر مؤشراً على مدى شحن البطارية. و يبين ذلك تدرج موجود على الجزء العلوى للعوامة ، مدعماً فى الغالب بعلامات ملونة لبيان حالة الشحن . و تكون حالة شحن البطارية كلآتى :

شحن البطارية : Battery Charging

١. الشحن البطئ و يتطلب وجود البطارية خارج السيارة .
٢. الشحن السريع ، حيث يتم شحن البطارية و هى فى وضعها بالسيارة .

و يجب مراعاة هذه الشروط عند شحن البطارية :

عدم زيادة الشحن Over charging، فإن ذلك يؤدى إلى تدمير ألواحها بسرعة .

يجب فتح أغطية الخلايا للسماح للغازات بالهروب لتفادى حدوث انفجار .

هذة الغازات قابلة للاشتعال ، ويجب إبعاد أى مصدر حرارى أو مشتعل عن البطارية أثناء شحنها .

صيانة البطارية :

عندم شراء بطارية جديدة لسيارتك قد تسمع أن البطارية "مشحونة جافة" . وهذا يعنى باختصار أن البطارية جافة ، أى لاتحتوى على محلول ، و لكنها تكون جاهزة للاستخدام فى السيارة فور ملئها بالمحلول بدون أى شحن . من اللحظة الأولى لوضع المحلول فى البطارية يبدأ العد التنازلى لعمرها ، حيث تبدأ ألواحها فى التآكل . و لهذا السبب ننصح بالآتى :

*عدم شراء بطارية مملوءة فعلاً بالمحلول ، فقد يكون المحلول بها منز فترة طويلة ، و هذه الفترة تكون مخصومة بالقطع من عمر البطارية .

*عدم استخدام البطارية فور وضع المحلول بها ، بل يجب الانتظار لمدة ساعة على الأقل للسماح لها بالوصول إلى حالة الاتزان و الاستقرار .

عمر بطارية السيارة قد يطول إلى أكثر من خمسة سنوات إذا تمت صيانتها على إكمل وجه . **وتنحصر صيانة البطارية فى الآتى :**

١. تنظيف الأقطاب (أطراف البطارية) و جسم البطارية من الخارج باستمرار . بعد تنظيف الأقطاب و تركيب كابلات البطارية ، يفضل تغطيتها بطبقة من الشحم لحمايتها من الأتربة و الرطوبة .

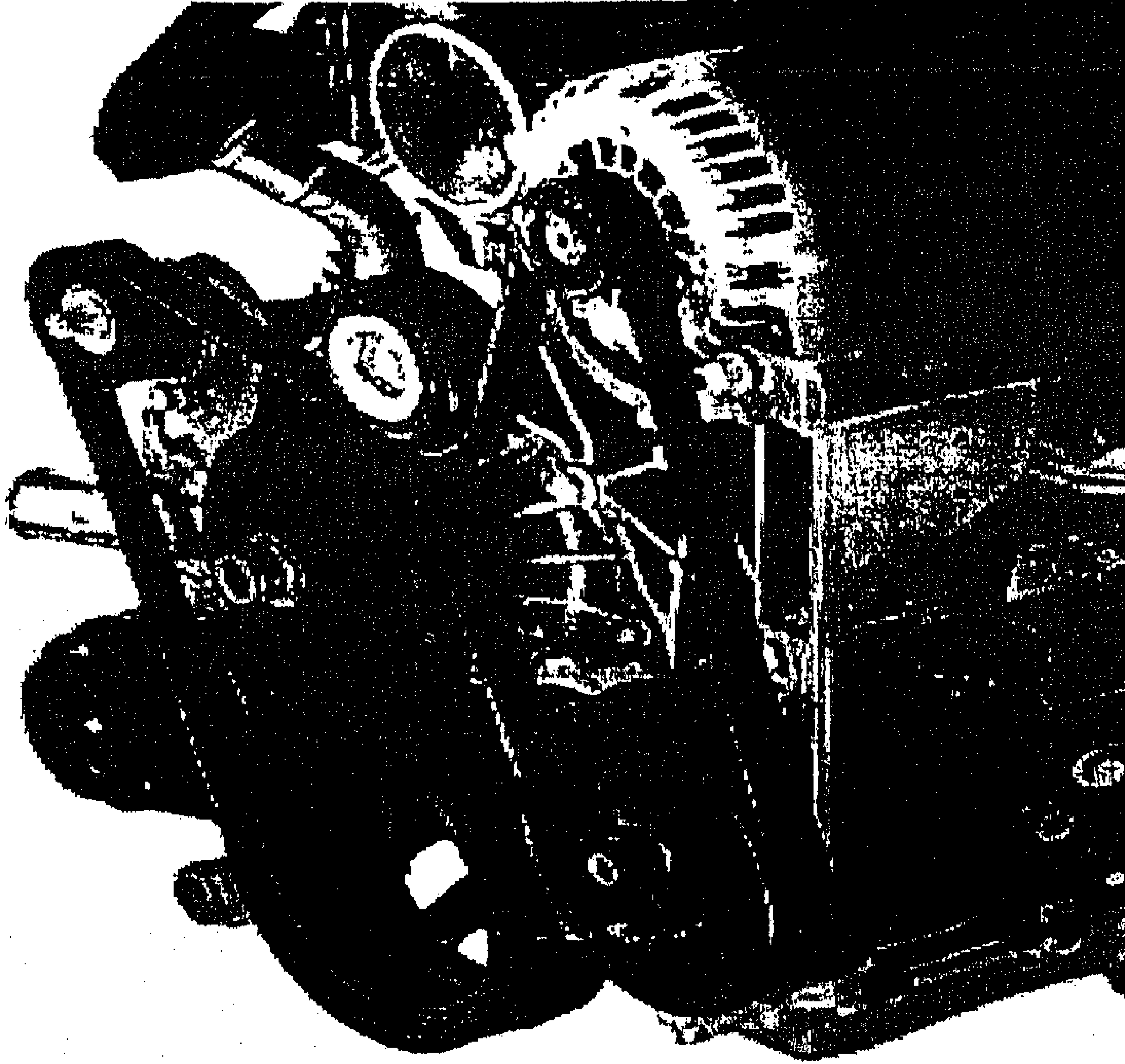
٢. الكشف على مستوى محلول البطارية على فترات منتظمة لا تزيد عن أسبوعين ، و الاطمئنان على أنه يقع بين علامتى أدنى و أقصى قيمة MinوMax علىٰ جسم البطارية . و يجب تزويد الخلية بالماء المقطر عند الحاجة . ويجب مراعاة أن يكون مستوى المحلول أعلى من الألواح من ألى ١,٥ سم . وتزويد البطارية بماء الشرب العادى أو حامض الكبريتيك يعرض ألواح البطارية للتلف ، و ينقص عمرها .

٣. الكشف على حالة البطارية من حيث الشحن بالهيدروميتر ، عند شعور قائد السيارة بعدم الرضا عن أدائها ، و البحث عن سبب نقص شحنها و علاجها بسرعة .قد يكون السبب خارج البطارية فى دائرة الشحن .

٤. التأكد من إحكام تثبيت وصلات البطارية و عدم تركها غير مثبتة جيدا لفترة طويلة ، فقد تسخن و تحترق .

٥. أفضل طريقة لتخزين البطارية هى تشغيلها باستمرار فى السيارة ، مع الاهتمام بعمل الصيانة اللازمة لها .

المولد (الدينامو)



يعتبر المولد آلة لتحويل الطاقة الميكانيكية الى طاقة كهربية بالحث المغناطيسي (ملفات لتوليد المجال المغناطيسي) حسب نظرية فارادي .

نظرية فارادي :

إذا قطع موصل مجالا مغناطيسيا يتولد في هذا الموصل ق.د. ك و يمكن تحديد أتجاه التيار المستنتج بواسطة قاعدة فليمنج لليد اليمني .

قاعدة فليمنج لليد اليمني :

إذا جعلت أصابع اليد اليمني الأبهام و السبابة و الوسطي متعامدة على بعضها و كان الأبهام يشير الى إتجاه حركة الموصل و السبابة تشير الى إتجاه الخطوط المغناطيسية فإن الوسطي تشير الى إتجاه التيار المستنتج بالموصل .

وظائف المولد :

١ - أمداد جميع الاجهزة الكهربية في السيارة بالتيار اللازم لتشغيلها .
٢ - شحن البطارية بجهد ثابت عند التحميل الكامل للاجهزة الكهربية .
٣ - شحن البطارية عند السرعات المنخفضة.

و يجب أن يتوفر في المولد الخصائص الآتية :

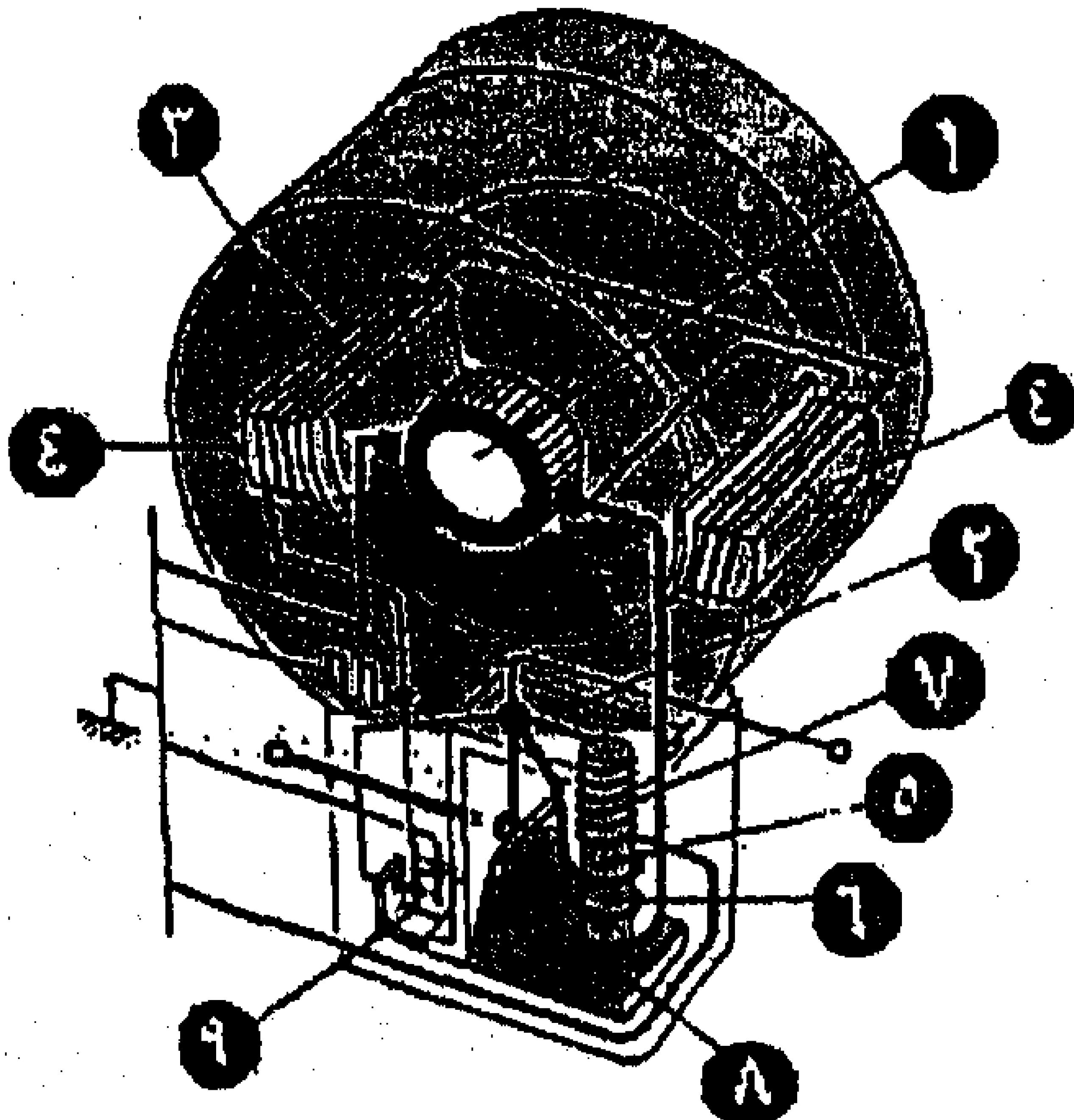
١ - تحمل الاجهادات و الصدمات و الذبذبات .
٢ - صغر الحجم و سهولة الصيانة .

تنقسم المولدات الى نوعين رئيسين :

* - مولد التيار المستمر .
* - مولد التيار المتغير .

١ - مولدات التيار المستمر :

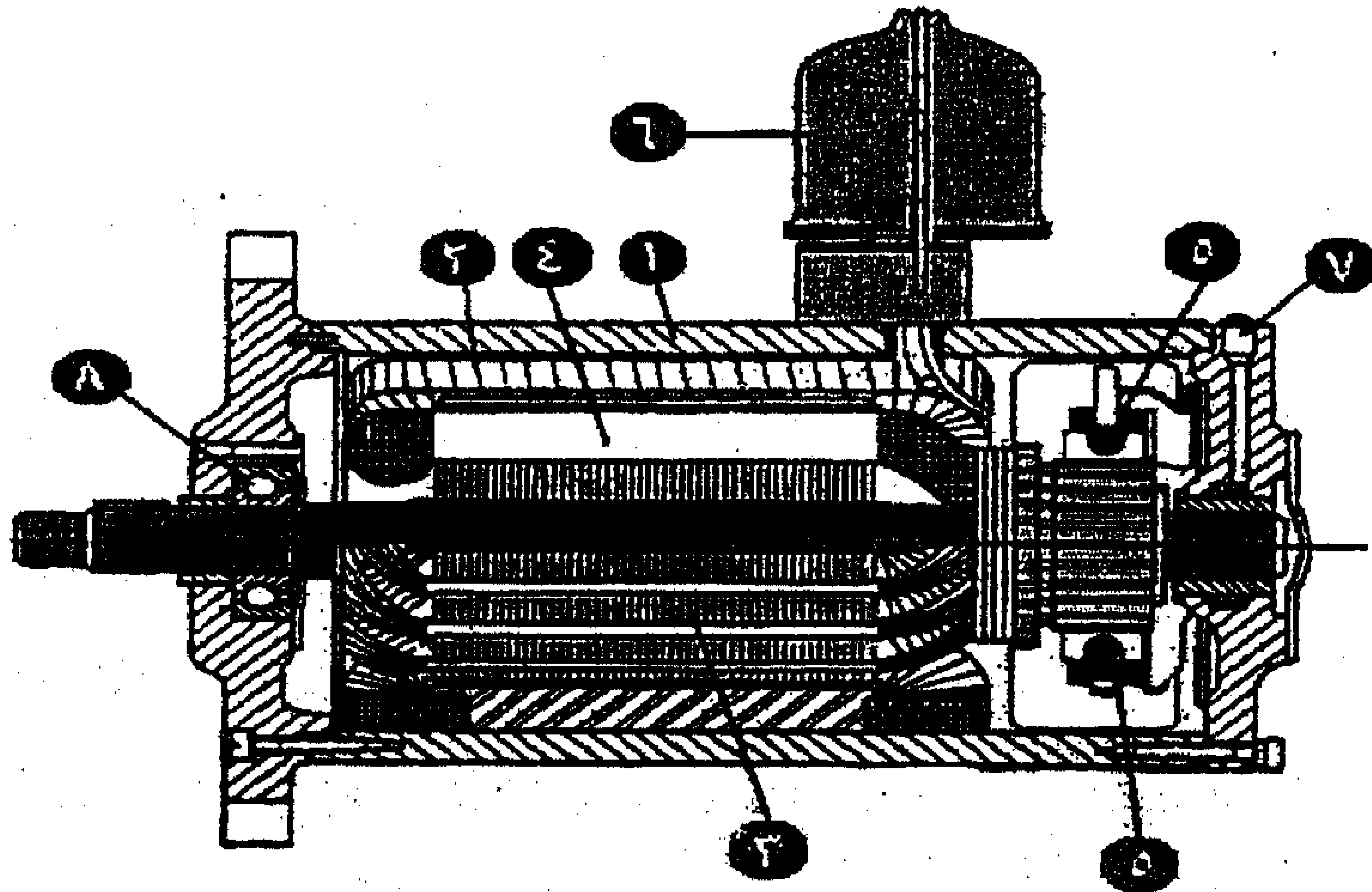
ولم يعد يستعمل هذا النوع من المولدات الا في أضيق الحدود . و نظرية عمل هذا المولد تعتمد على توليد التيار بالحث المغناطيسي . فإذا وضعنا لفة من موصل بين قطبين مغناطيسين شمالي و جنوبي و حركنا هذه اللفة أو أدرناها يتولد في اللفة قوة دافعة كهربية تتغير قطبيته في كل طرف من موجب الى سالب حسب أتجاه الدوران كما في الشكل



١- عضو إنتاج به عضو توحيد .
٢- لفائف المجال .٣- لفائف الحث .
٤- قطب .٥- قطب مغنطيس .
٦- ملف تيار .٧- ملف الجهد .
٨- قاعدة الملف .
٩- أطراف التوصيل بالمنظم .

أي أننا نحصل على تيار متردد (متغير) و لكن إذا وصلنا كل طرف بنصف حلقة و تم وضع فرشتين ثابتتين على محيط الحلقة لنقل التيار فإن كل فرشة تنقل تيارا ثابتا سالب فقط أو موجب فقط و في الواقع فإن المولد لايحتوي على ملف واحد بل على عدد كبير من الملفات تلف على عضو حديدي يسمي عضو الاستنتاج و توصل جميع الملفات معا على التوالي لزيادة شدة التيار و تلحم أطرافها في أجزاء نحاسية (عضو التوحيد) يتناسب عددها مع عدد اللفات .

٢ - تركيب مولد التيار المستمر :-



١- غلاف (مبيت) الأقطاب .
٢- لفائف الحث .
٣- عضو الإنتاج (البوبينة) .
٤- عضو التوحيد .
٥- فرش كربونية .
٦- المنظم (الكات آوت) .
٧- مزيتة .
٨- محمل ذو كريات (رولمان بلى).

الشكل يبين تركيب مولد التيار المستمر حيث يتركب من عضو أستنتاج (٣) يصنع من شرائح من الحديد مشكل بها مجموعة من المجاري لوضع ملفات الأستنتاج بداخلها و توصل أطرافها مع عضو التوحيد (٤) حيث يؤخذ التيار

المستنتج بواسطة الفرش الكربونية (٥) المركبة على حامل (٨) أمام عضو التوحيد (٤) و يوجد على المحيط الداخلي للغلاف الخارجي للمولد (١)

ملفات التنبيه للمولد (الاثارة) (٢) و التي يستنتج فيها المجال المغناطيسي لتكوين الاقطاب المغناطيسية عند مرور التيار بها بالاضافة الى الاقطاب الثابتة و يحمل عضو الاستنتاج أثناء دورانه على محامل كروية (BALL BEARING) توضع عند النهاية الامامية و الخلفية للمولد .

يلاحظ أن عضو الاستنتاج مشكل من شرائح من الحديد و ذلك لتقليل التيارات الأعصارية التي تنشأ في الحديد نتيجة لقطع الفيض المغناطيسي التي تسبب أرتفاع درجة حرارة عضو الاستنتاج مما قد يتلف الملفات .

أنواع مولدات التيار المستمر :

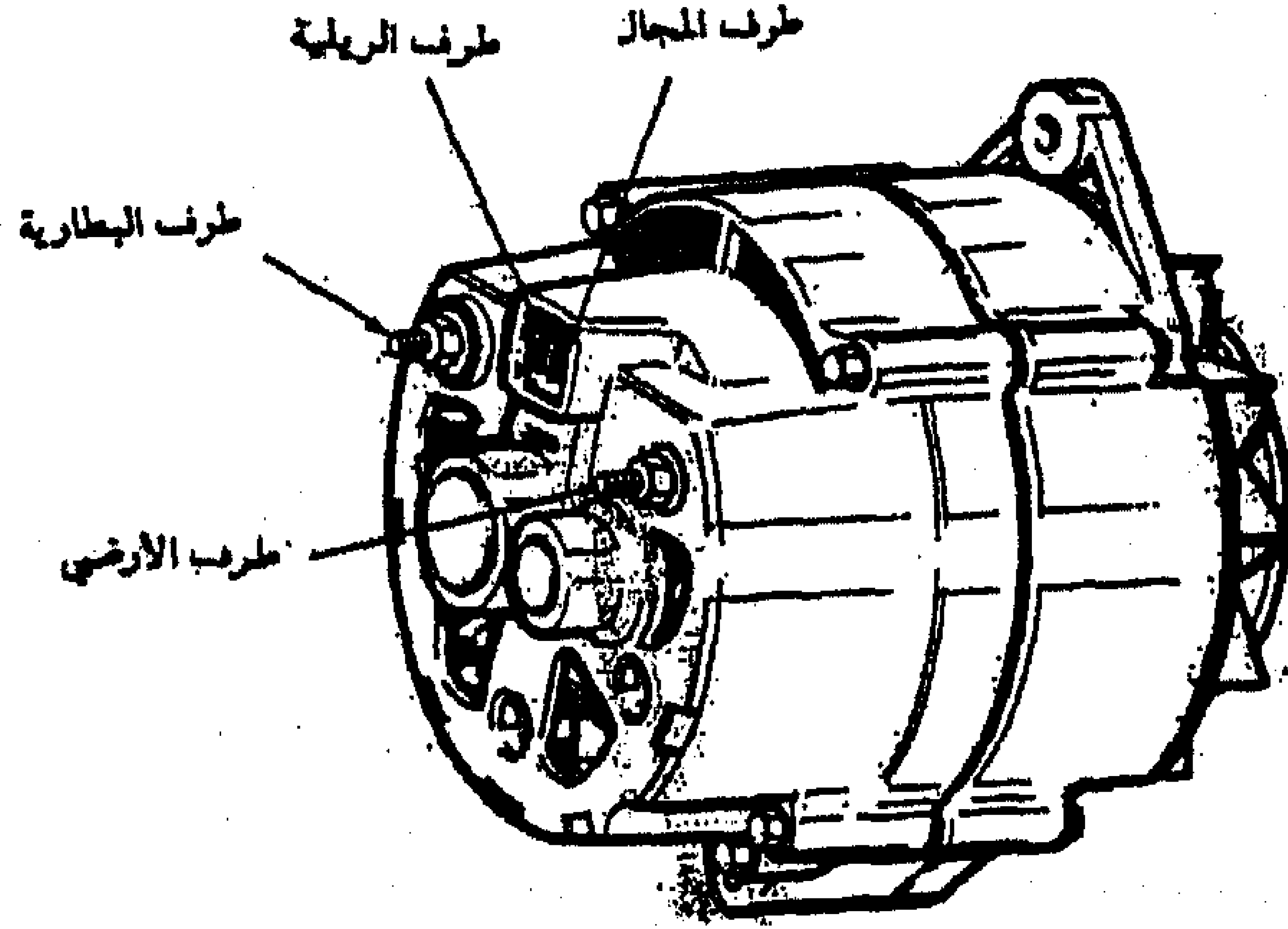
تتعدد أنواع مولدات التيار المستمر حسب طبيعة عمله و قدرته :

أ- مولدات ذات أقطاب مغناطيسية ثابتة (طبيعية) و تستعمل هذه المولدات في القدرات الصغيرة .

ب- مولدات ذات أقطاب مغناطيسية صناعية مثل المولدات ذات التغذية الخارجية و المولدات ذات التغذية الذاتية وتلك هي المستخدمة في السيارات .

مولدات التيار المتردد (Alternators)

هذا هو النوع الشائع المركب على معظم السيارات حاليا . وهى مولـــدات ذات ثلاثة أوجه .



مميزات أستخدام مولدات التيار المتغير :

١ - يمكن شحن البطارية عند سرعة اللا حمل حيث تعطي ٣٠ % من القدرة القياسية عند سرعة اللا حمل .

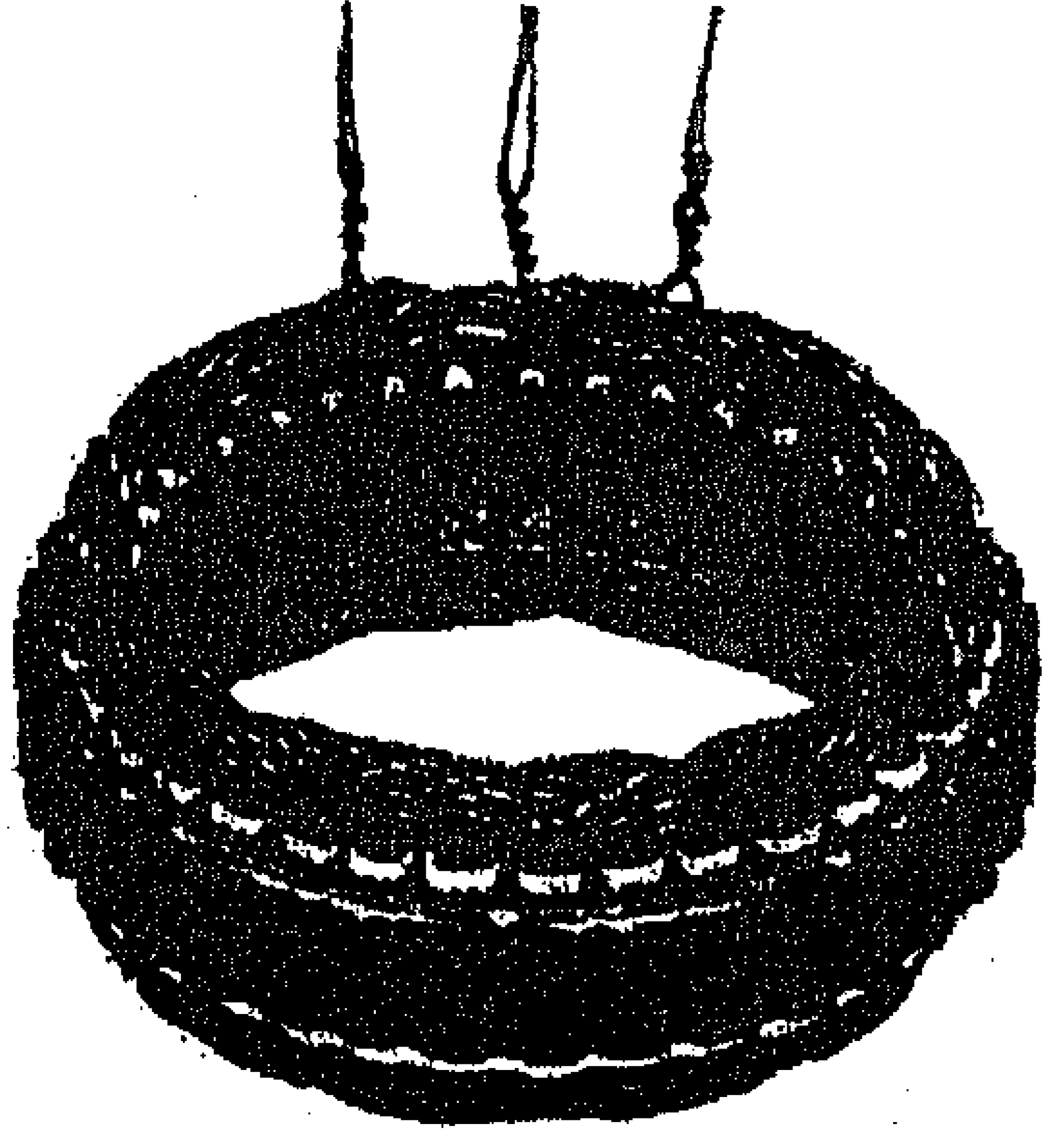
٢ - يسهل إستخدام بطارية ذات سعة أصغر .

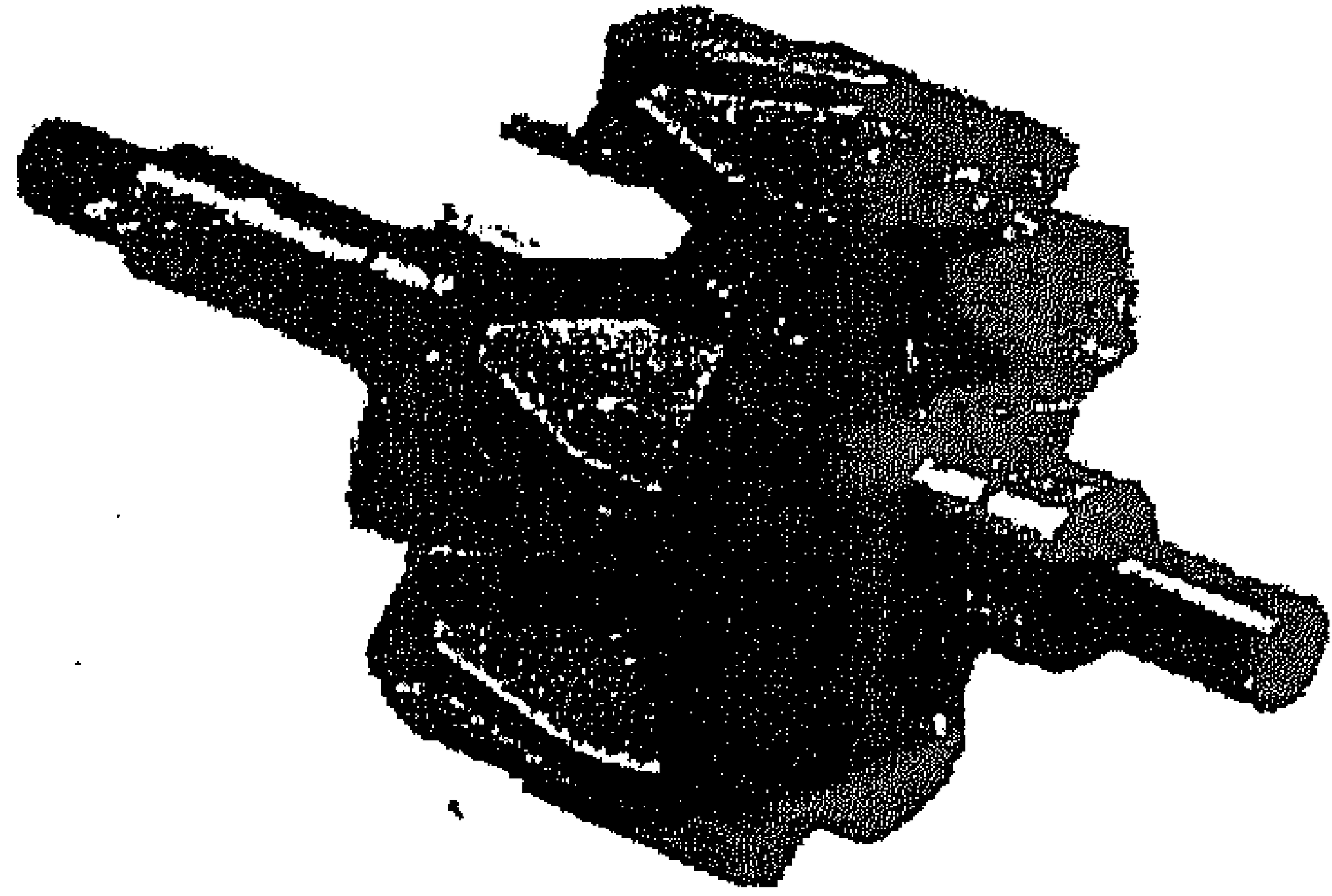
٣ - صغر الحجم و خفة الوزن .

٤ - قلة إحتياجه للصيانة .

ويتم إستنتاج الجهد في مولدات التيار المتردد بواسطة عضو دائر هو عـــضو توليد المجال المغناطيسي ويتكون من ١٢ قطب و يتم إمداد تيار لملفات التتبيــه مـــن البطارية مرورا بمنظم الضغط الذى يتحكم في شدة تيار ملفات التنبيه و يزدود المولـــد بموحد للتيار المتردد بالاضافة الى المنظمات التي تنظم الجهد و التيار لخرج المولد .

تركيب مولد التيار المتغير :

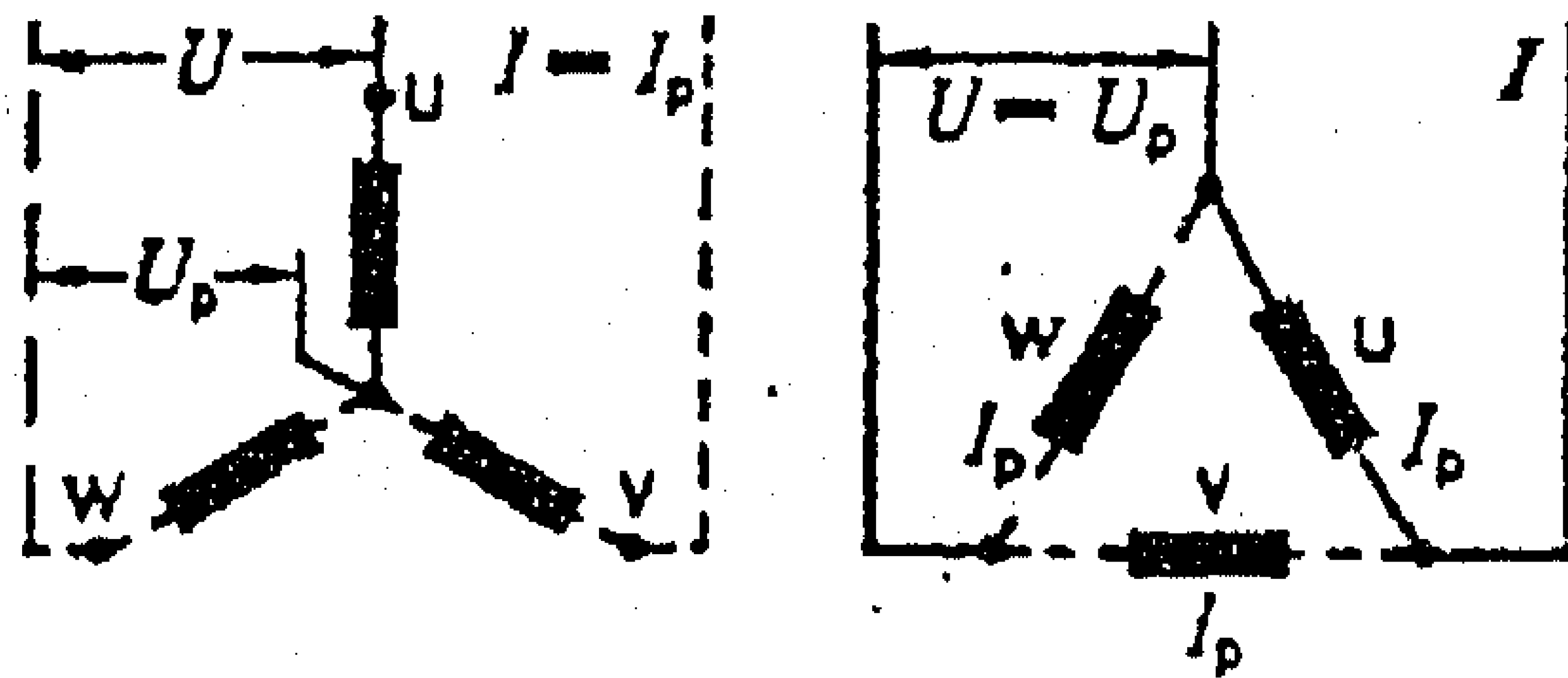

Alternator Stator


Alternator Rotor

يتكون من عمود يحمل عضو تنبيه (إثارة) عبارة عن أقطاب مغناطيسية محمل بداخلها ملف كهرومغناطيسي ومركب على العمود حلقتين نحاسيتين ينزلق عليها فرش وعضو ثابت مكون من ثلاثة ملفات (ثلاثي الاوجه) مركبة على محيط غلاف المولد وموزعة بزاوية ١٢٠ درجة مئوية على المحيط الداخلي . ويتم توصيل الملفات الثلاثة معا بطريقتين :

١ - طريقة توصيل نجمة : Y

حيث يكون تيار المولد ايساوي تيار الوجه IP و جهد المولد U يساوي $U_p\sqrt{3}$ حيث UP جهد الوجه وهذه الطريقة هي الشائعة للاستخدام حيث يسهل تنظيم الجهد .

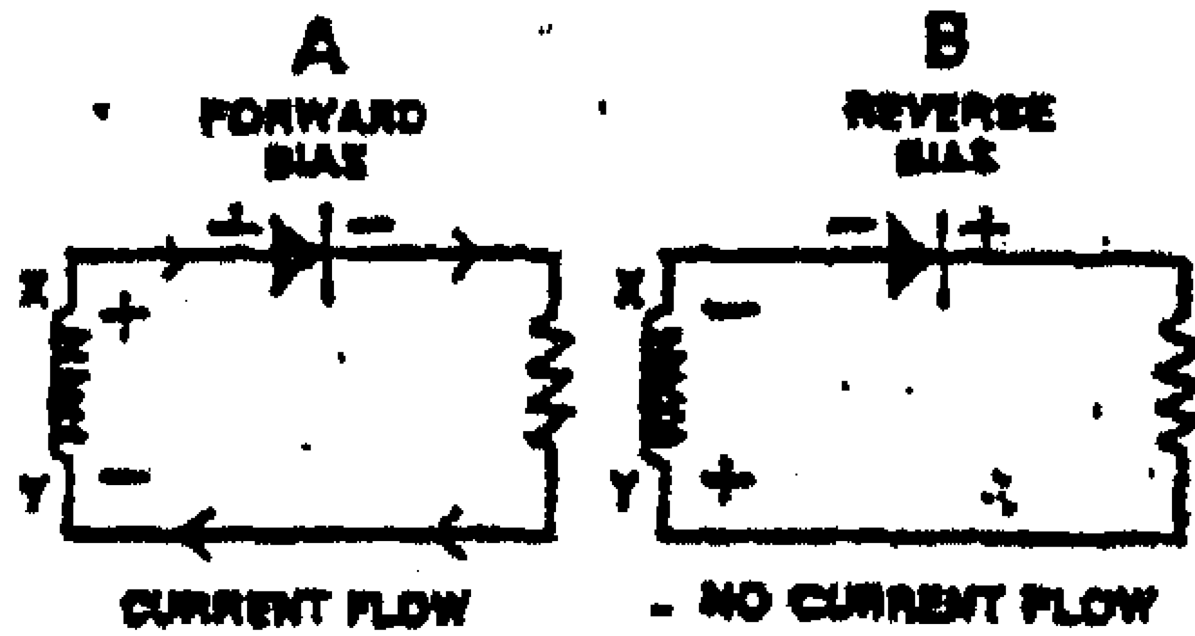


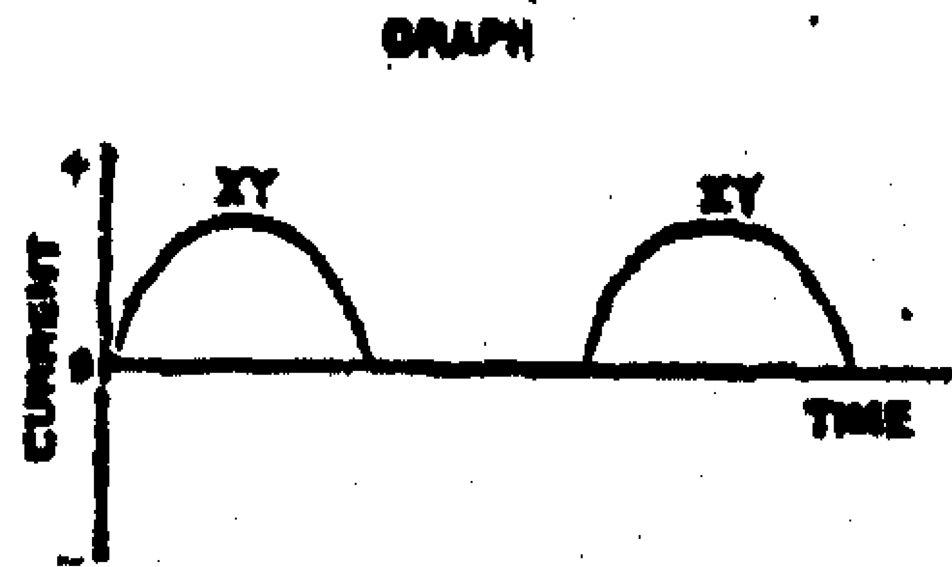
٢ - طريقة توصيل دلتا Δ

وفيها يكون جهد المولد U مساوي لجهد الوجه و تيار المولد حيث Ip تيار الوجه . كما توجد مجموعة مكونة من ٦ أو ٩ موحدات تقوم بتوحيد التيار المستنتج كما يلي

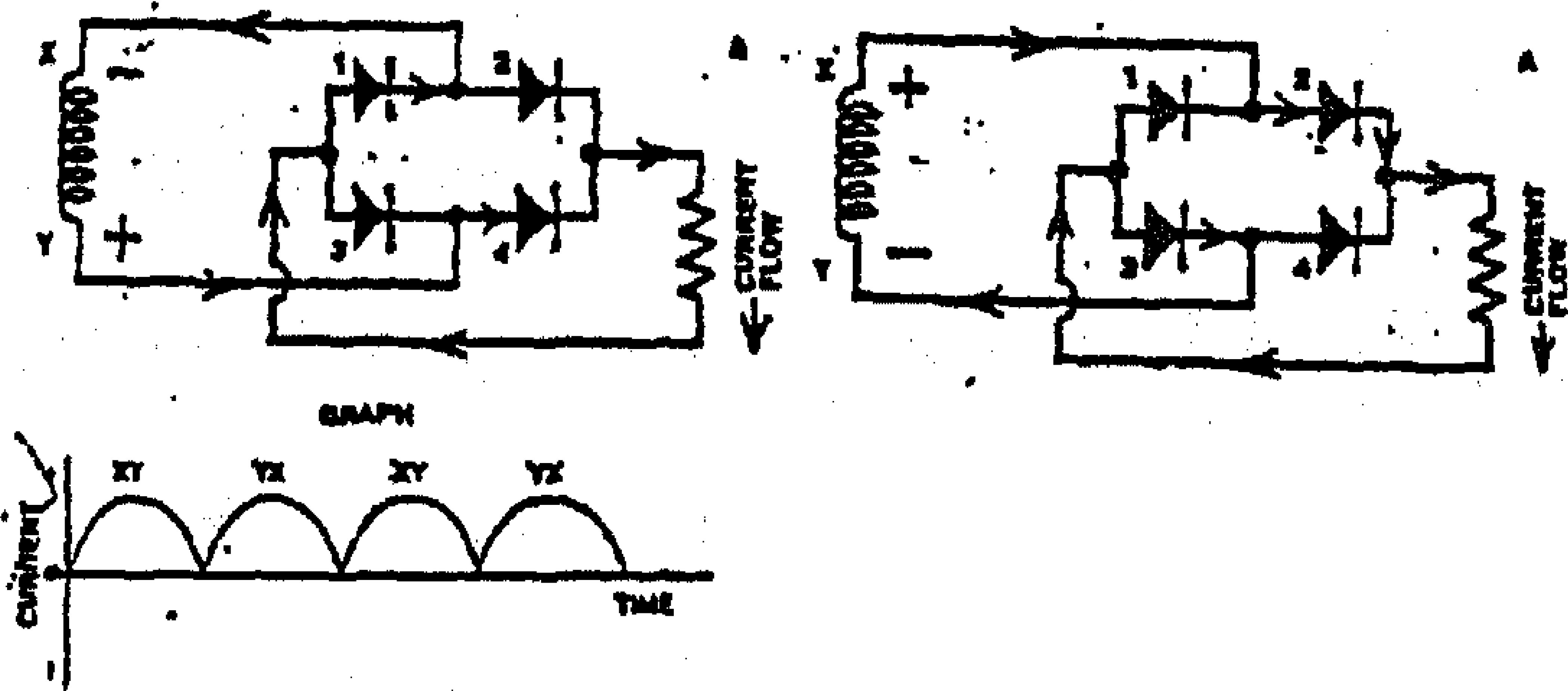
طريقة توحيد التيار :

يمكن إستخدام موحد واحد لتوحيد نصف الموجه فقط كما هو موضح في الشكل.

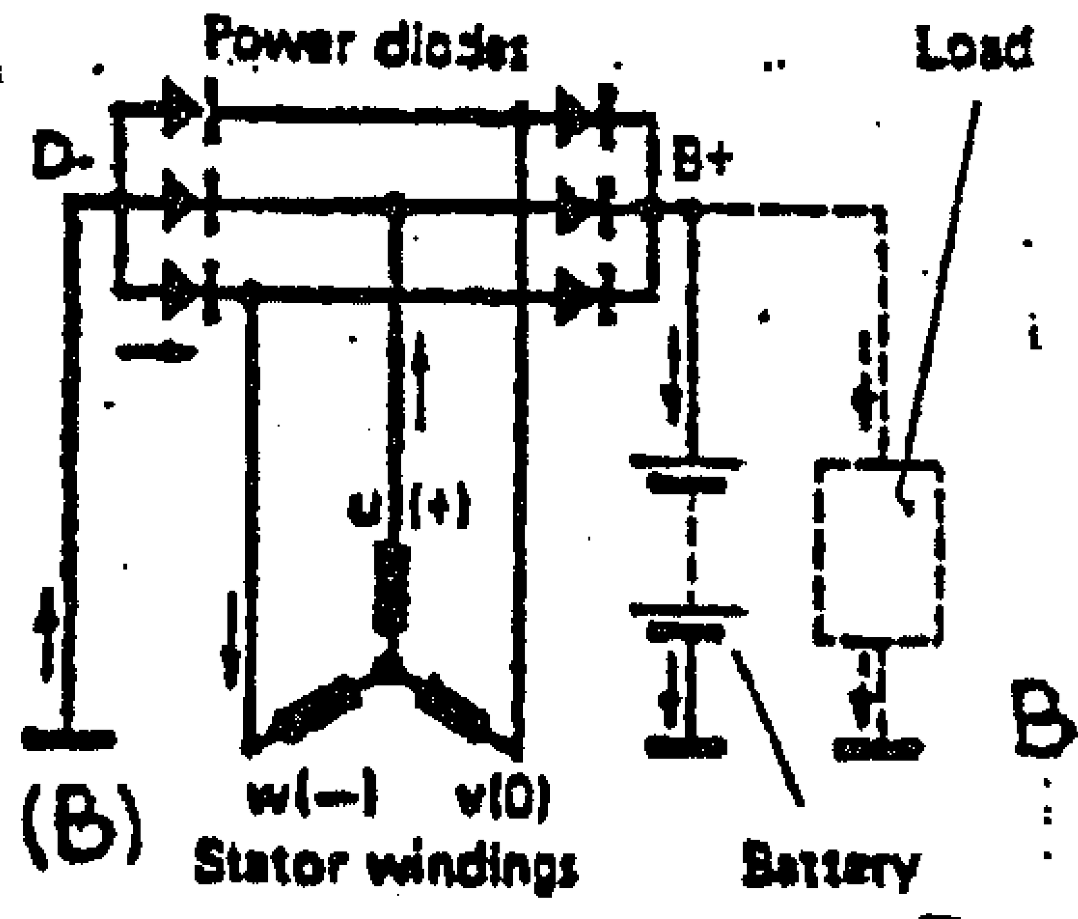


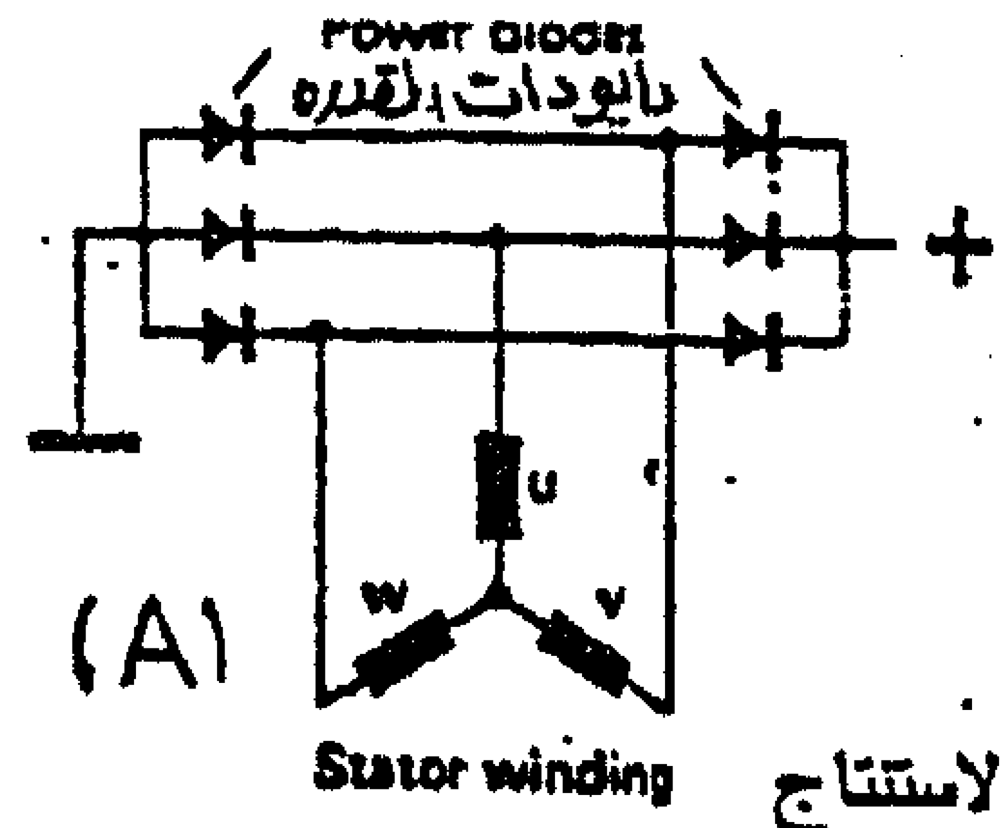


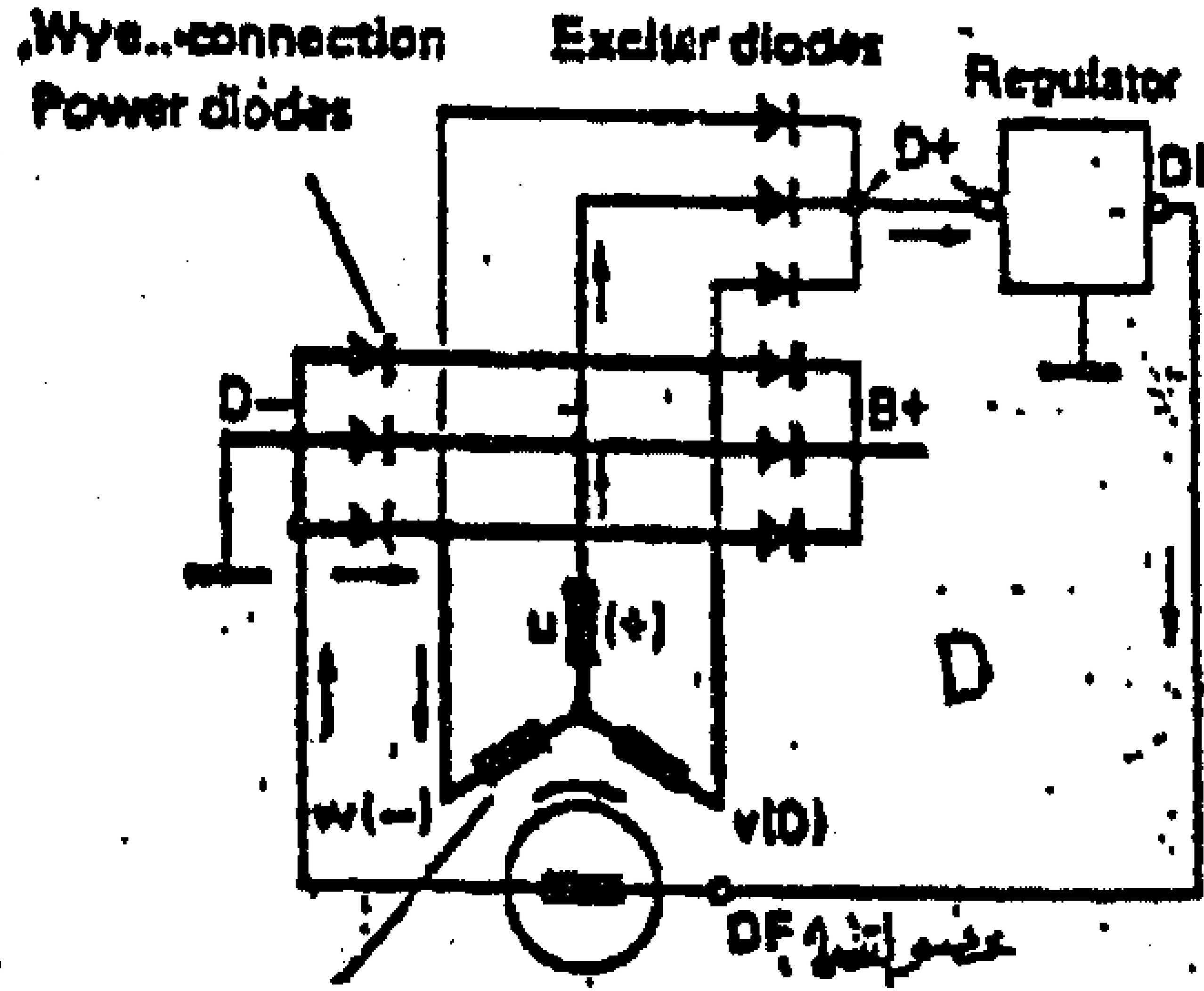
وأذا أردنا أن نوحد موجه كاملة فإنه يجب علينا أن نستخدم أربع موحدات (٤ دايود) لتكوين قنطرة كما هو موضح في شكل .

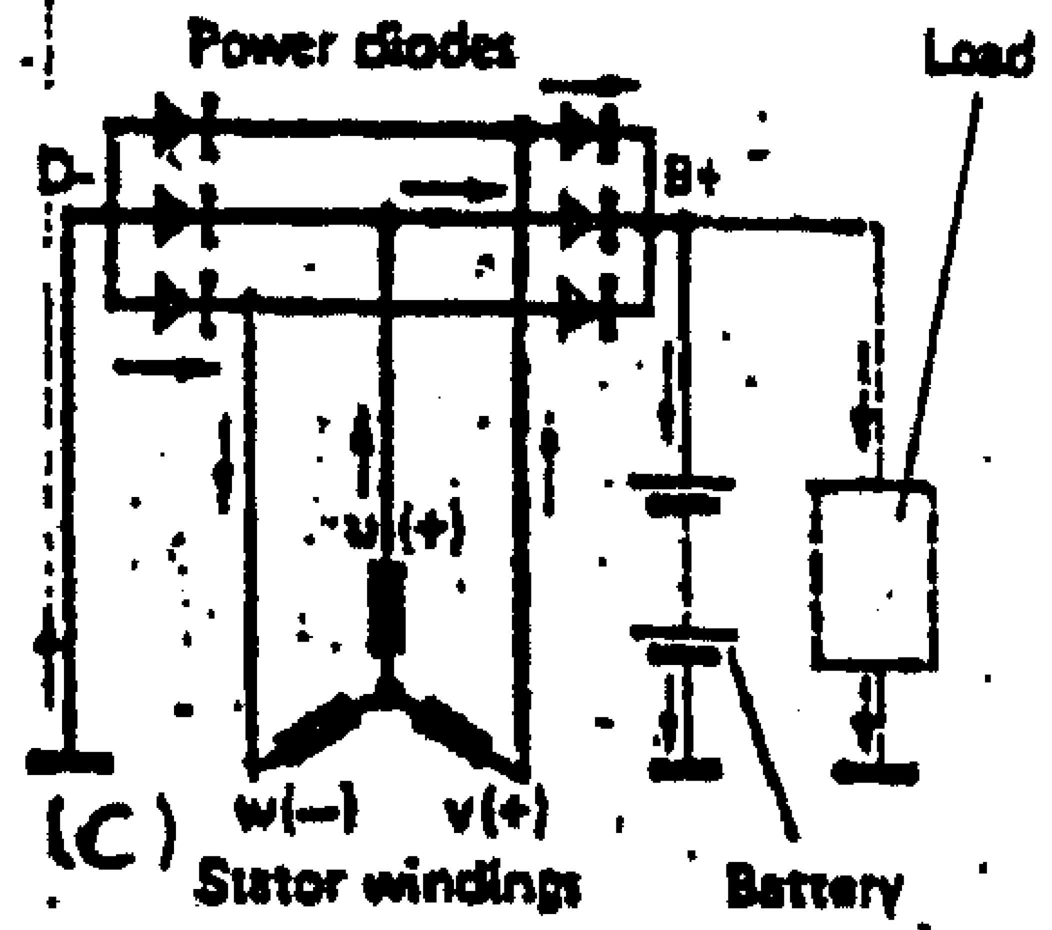


أما فى حالة الثلاثة أوجه فإنه يمكن أن نستخدم فقط ٦ دايود لتوحيد التيار في هذا المولد كما هو موضح في شكل (A) ويوضح شكل (B – C) إتجاه مرور التيار في مراحل التوحيد المختلفة .









وقد يستخدم ٩ دايودات لتوحيد التيار في هذا النوع من المولدات يستخدم ٣ منهم لتيار الأقطاب المغناطيسية فقط كما هو موضح في شكل(D).

تنظيم جهد مولد التيار المتردد

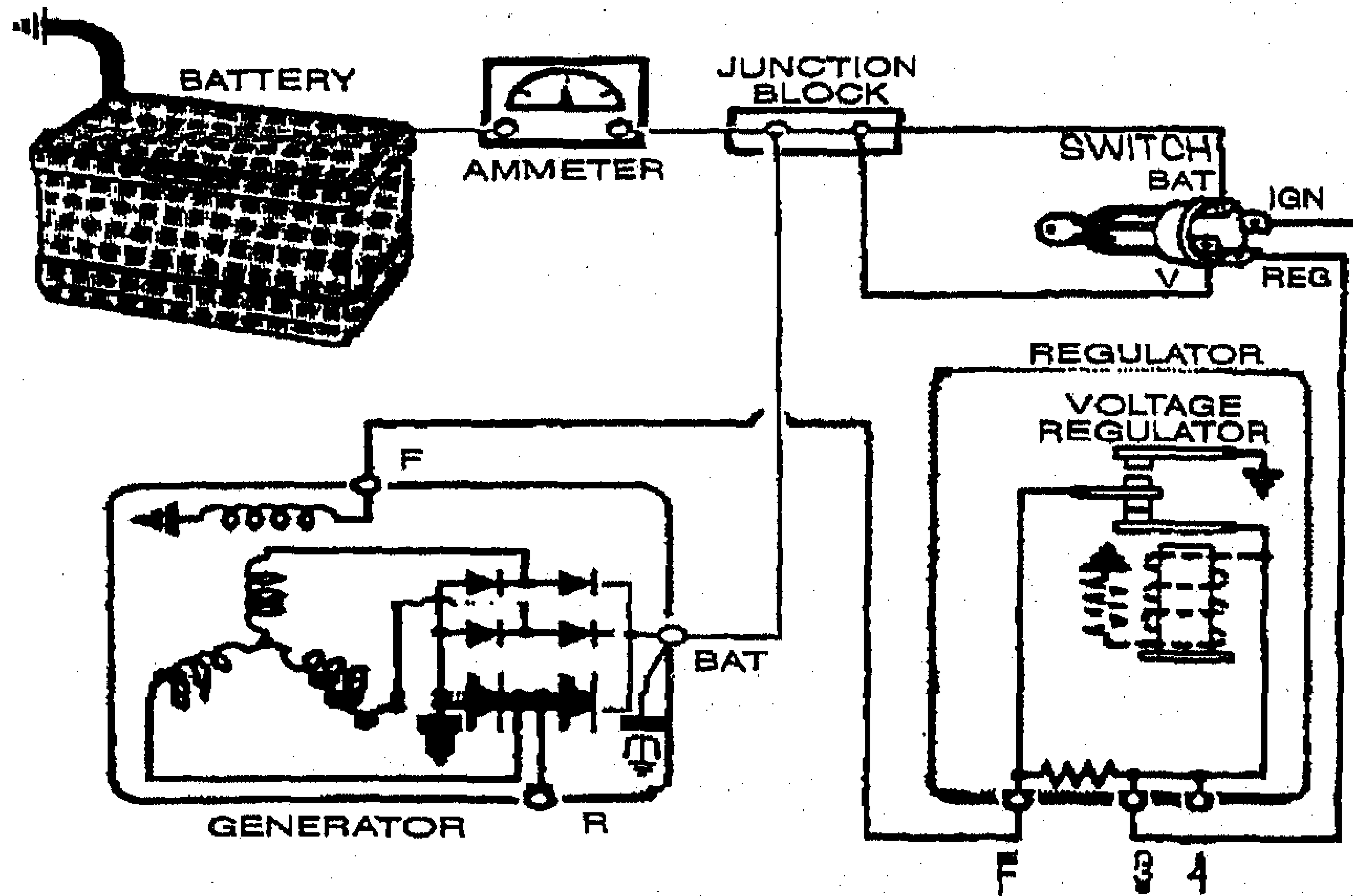
كما يبين الشكل الدائرة الكهربية للمولد موضحاعليها طريقة تنظيم الجهد بواسطة منظم الجهد Voltage Regulator :

طريقة العمل :

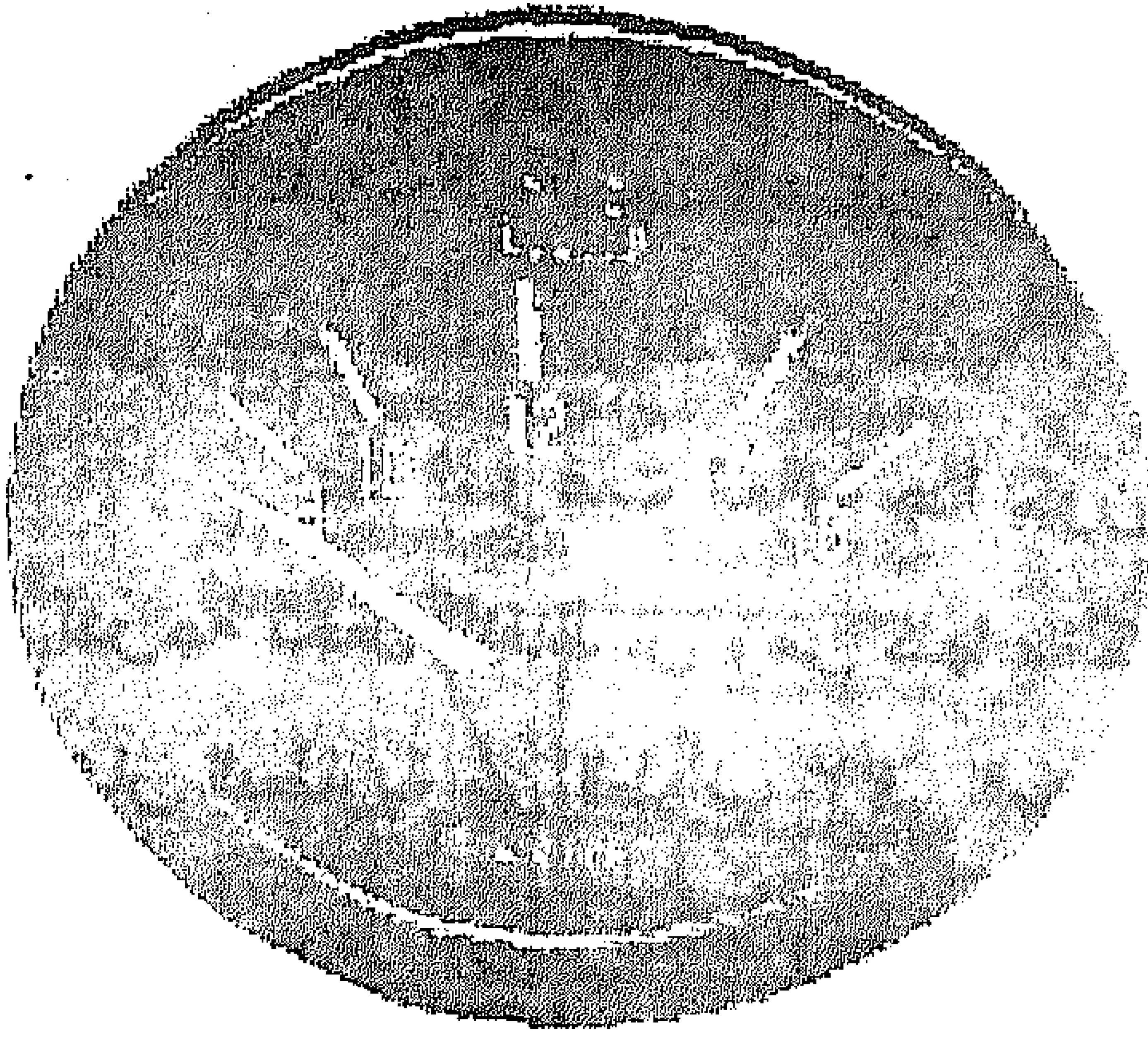
يوضح الشكل التوصيلات الكهربية لمنظم الضغط مع ملفات التنبية عند بدء تشغيل السيارة يمر التيار من البطارية إلى مفتاح التشغيل ثم الطرف ٣ بمنظم الضغط ثم إلى نقطتي التماس المغلقتين س ثم إلى ملفات المجال من خلال الطرف F فى المنظم لتكتمل دائرة ملف التنبيه مع الأرضي .

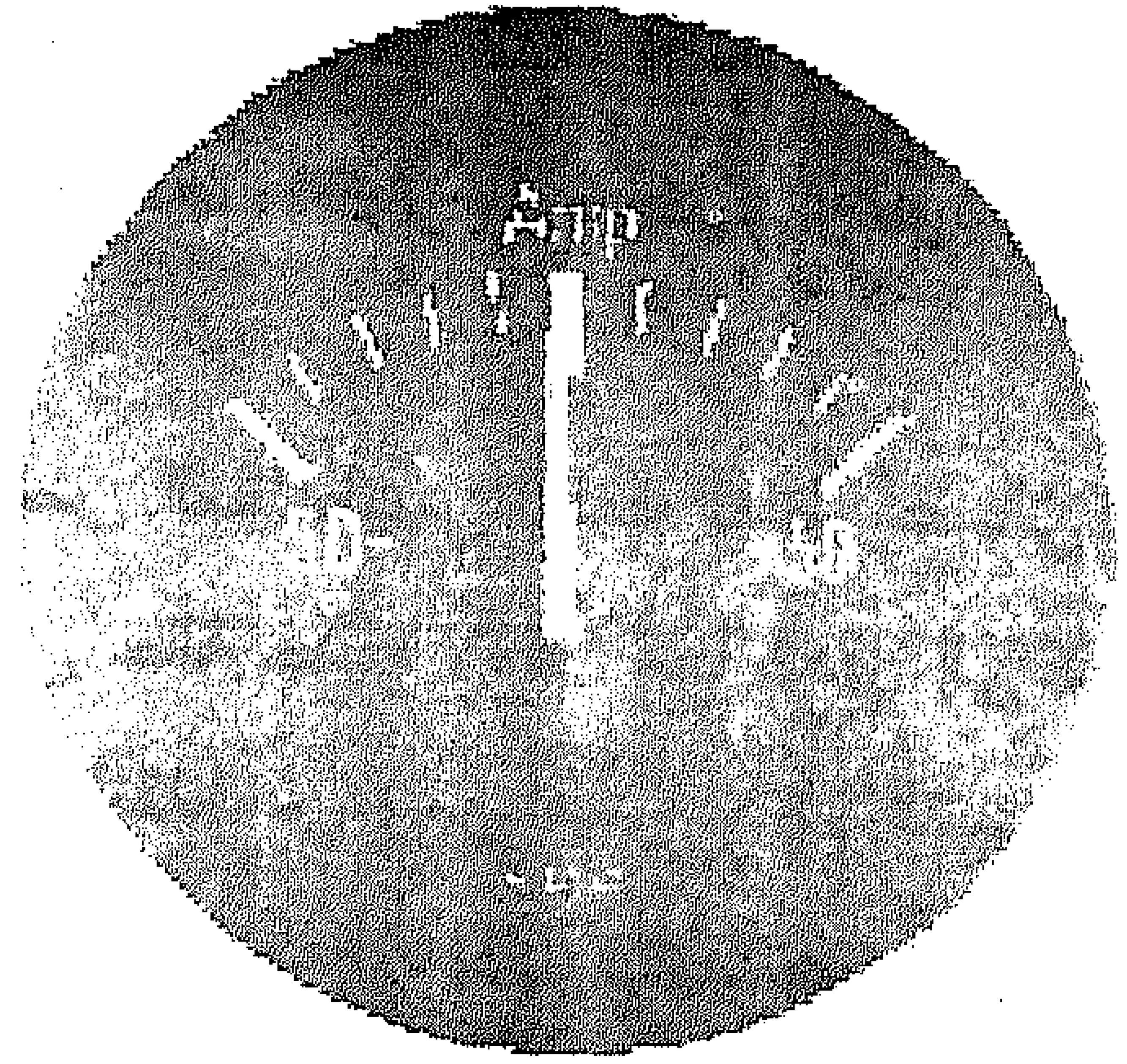
عند زيادة الجهد يفتح الابلاتين س بتأثير زيادة الجـذب المغناطيـسي لملـف المنظم فيمر التيار من النقطة ٣ فى المنظم إلى المقاومة R ثم النقطة F ثم ملف التنبيه ثم الأرضي ويقل هذا التيار نتيجة لدخول المقاومة R فى الدائرة مما يؤدي إلى خفض تيار التنبيه فيقل الجهد المستنتج فى المولد فيضعف التيار مرة أخري وتعود النقاط س إلى وضع الغلق ويزداد تيار التنبيه .

عند السرعات العالية جدا يكون الفيض المغناطيسي لملف المنظم عـالى جـدا لدرجة تجعل النقاط س وص كلها مغلقة وفى حالة جذب لأسفل مما يؤدي إلى مـرور تيار البطارية من الطرف ٣ فى المنظم إلى النقاط س وص فيمر معظم التيـار إلـى الأرضي من خلال النقاط وينقطع تقريبا مرور التيار إلى ملف التنبيه حتى يقل الجهـد مره أخري فيعود الوضع لما كان عليه وتتكرر عملية التقطيع للتيار بمعدل يتناسب مع سرعة دوران المولد.



أجهزة مراقبة معدل الشحن





أن مراقبة معدل الشحن للبطارية ، تضمن فى آن واحد مراقبة المولد ومـنظم المولد، ويمكن الحكم بواسطة كمية تيار الشحن على نسبة شحن البطارية ، كما يحكـم بواسطة التيار المار عبر البطارية المشحونة بصورة كاملة(الذى يسمي بتيار الـشحنة المفرطة) على صحة تنظيم منظم الجهد وعلى مطابقة هـذا التنظـيم لدرجـة حـشن البطارية.

ويمكن أن يراقب معدل الشحن للبطارية فى السيارة بواسـطة مبـين التيـار (إلامبيرمتر) ومبين الجهد (الفولتميتر) أو لمبة إشارة التفريغ .

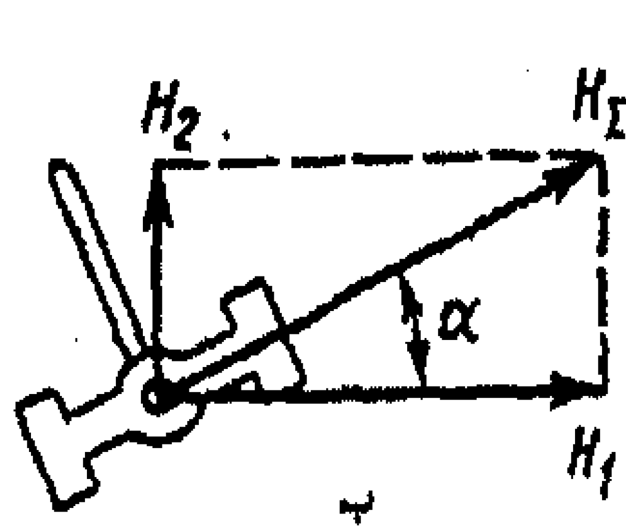
كما إن استعمال لمبة اشارة التفريغ يتيح للسائق ملاحظة اشارة العطل الفجائي فى منظومة التغذية الكهربائية بصورة اسرع إلا أن معلومات لمبة الاشارة تكون أقـل من معلومات مبينات التيار و الجهد. وتتم فى السيارات ذات مولدات التيـار المتـردد مراقبة معدل الشحن للبطارية بواسطة لمبة الإشارة بصورة غير مباشرة تبعا لمقـدار الجهد فى لفائف العضو الساكن للمولد. لهذا يكون استعمال مبين التيار فـى منظومـة التغذية الكهربائية ذات مولدات التيار المتناوب أكثر ملاءمة. ويتمتع الفولتميتر الـذى

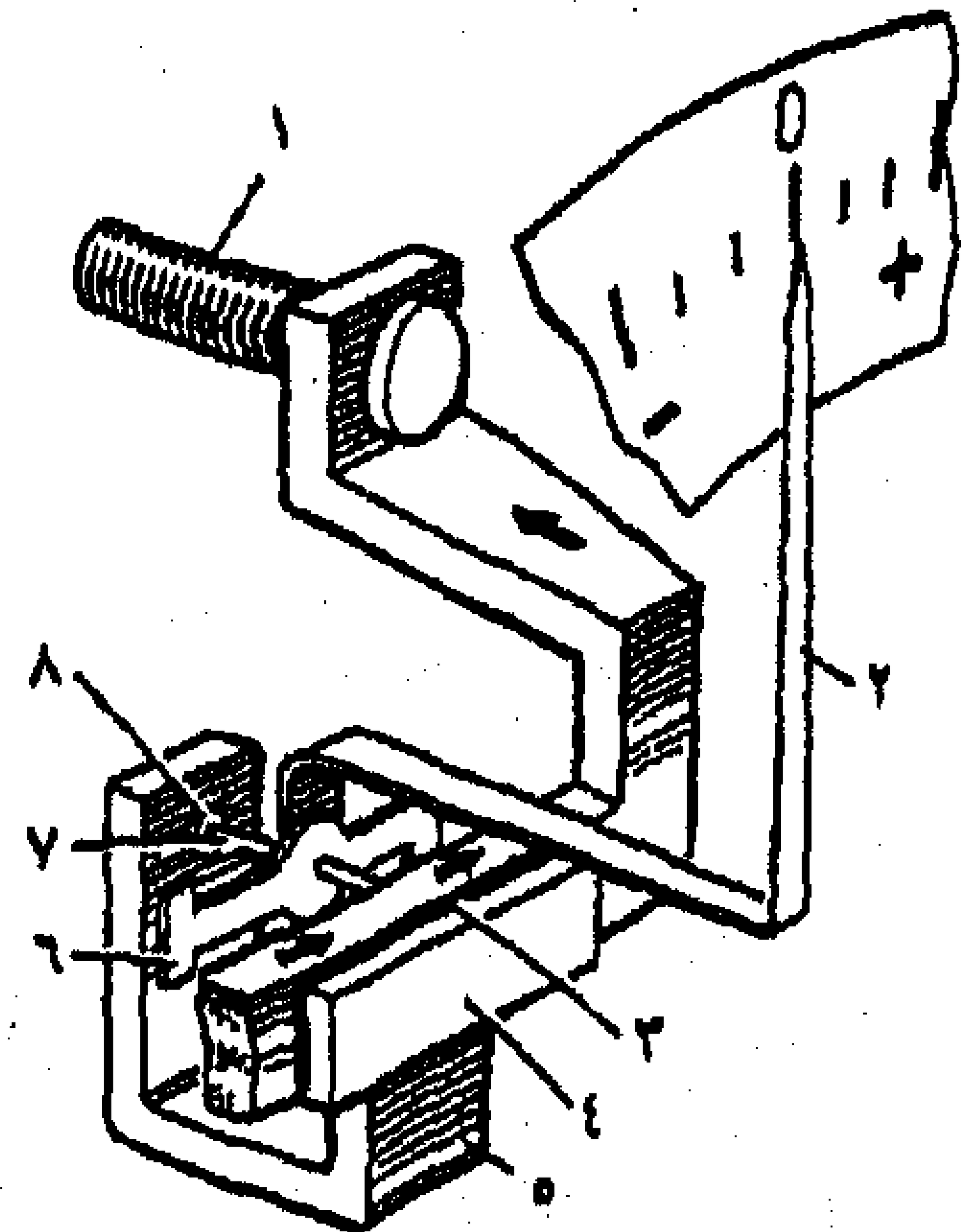
يقوم بمراقبة جهد منظومة المولد وكذلك وضع البطارية بالقدرة على إعطاء معلومات أكثر .

ويوضع مبين التيار بصورة متوالية في دائرة شحن البطارية ويبين مقدار تيار شحنها او تفريغها. وتستعمل بشكل أكثر جدا مبينات التيار من النوع المغنطيسي الكهربائي ذي المغناطيس الثابت .

يبين الشكل أ، التصميم المبدئ لآلية مبين التيار لمثل هذه المنظومة. وتتألف المنظومة المتحركة للجهاز من المؤشر ٢ والمحور ٧ وعضو الانتاج الصغير ٦ ويصنع عضو الإنتاج الصغير من الفولاذ المرن(القليل المتحركة للجهاز متعادلة بصورة كاملة وعند غياب التيار الكهربائي في دائرة الجهاز يحدد عضو الانتاج الصغير موقعه على طول محور المغناطيس الثابت ٤ فيبين المؤشر في هذه الوضعية درجة الصفر على المدرج.

وعند مرور التيار الكهربائي عبر المسمار ١ والقاعدة ٥، فإنه يولد في منطقة عضو الإنتاج الصغير مجالاً مغنطيسا خاصا به تكون خطوط قدرته عمودية على خطوط مجال المغناطيس الثابت. وبتأثير هذا المجال، يحاول عضو الإنتاج الصغير الاستدارة مع المؤشر لـ ٩٠°م عن وضع الانطلاق، ألا أن مجال المغناطيس الثابت لا يسمح له بذلك .





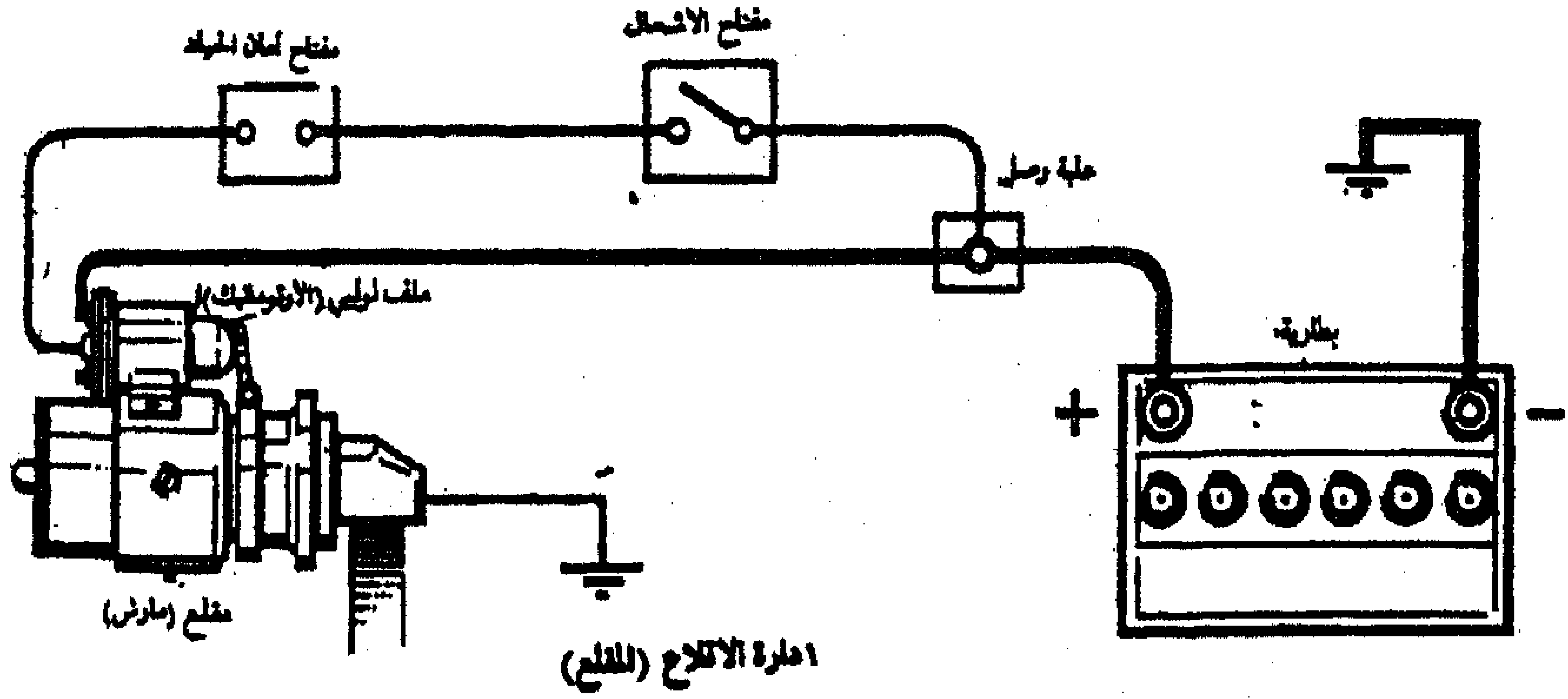
أ. تركيب عام ، ب. رسم بياني لمتجهات شدة التيار، امؤثرة على عضو الإنتاج .
١. المسمار ، ٢ . المؤشر ٣. تفريغ المغناطيس، ٤. المغناطيس الثابت ، ٥. القاعدة، ٦. عضو الإنتاج الصغير ، ٧. المحور ، ٨. الحامل (المحمل الدفعي)

شكل مبين التيار (الامبيرمتر) ذو المغناطيس الثابت

كمايبين الشكل ب المخطط البياني لمتجهات شدة التيارات المؤثرة على المنظومة المتحركة والذى يظهر منه ان عضو الإنتاج الصغير يقف باتجاه خطوط القدرة للمجال المحصل الذى تكون شدته H_{Σ}^{x} مساوية إلى مجموع الكميات الموجهة لشدة H_1 مجال المغنطيس الثابت والشدة H_2 للمجال الذى يتكون من قبل التيار المار. وبالتالي تعتمد الزاوية α لدوران عضو الإنتاج الصغير والمؤشر على مقدار التيار المقاس. وعند تغير اتجاه التيار عبر الجهاز فإن الكمية الموجهة لشدة $H2$ تغير اتجاهها بالجهة المعاكسة مما يؤدي غلى انخراف المؤشر إلى الاتجاه الأخر.

ويدور المحور ٧ للمنظومة المتحركة على طرفين مستدقين (دحروجين) فى الحاملين المنظمين (المحملين الدفعيين) ٨ ويوضع فى الحاملين ٨ زيت التخميد لتقليل الحركة الاهتزازية للمؤشر والضربات الحادة فى المنظومة المتحركة للجهاز فى لحظة تشغيله . وتصنع القاعدة ٥ من سبيكة الزنك، ويربط عليها المتدريج و المسمار والمنظومة المتحركة.

محرك بدء الحركة (المارش)

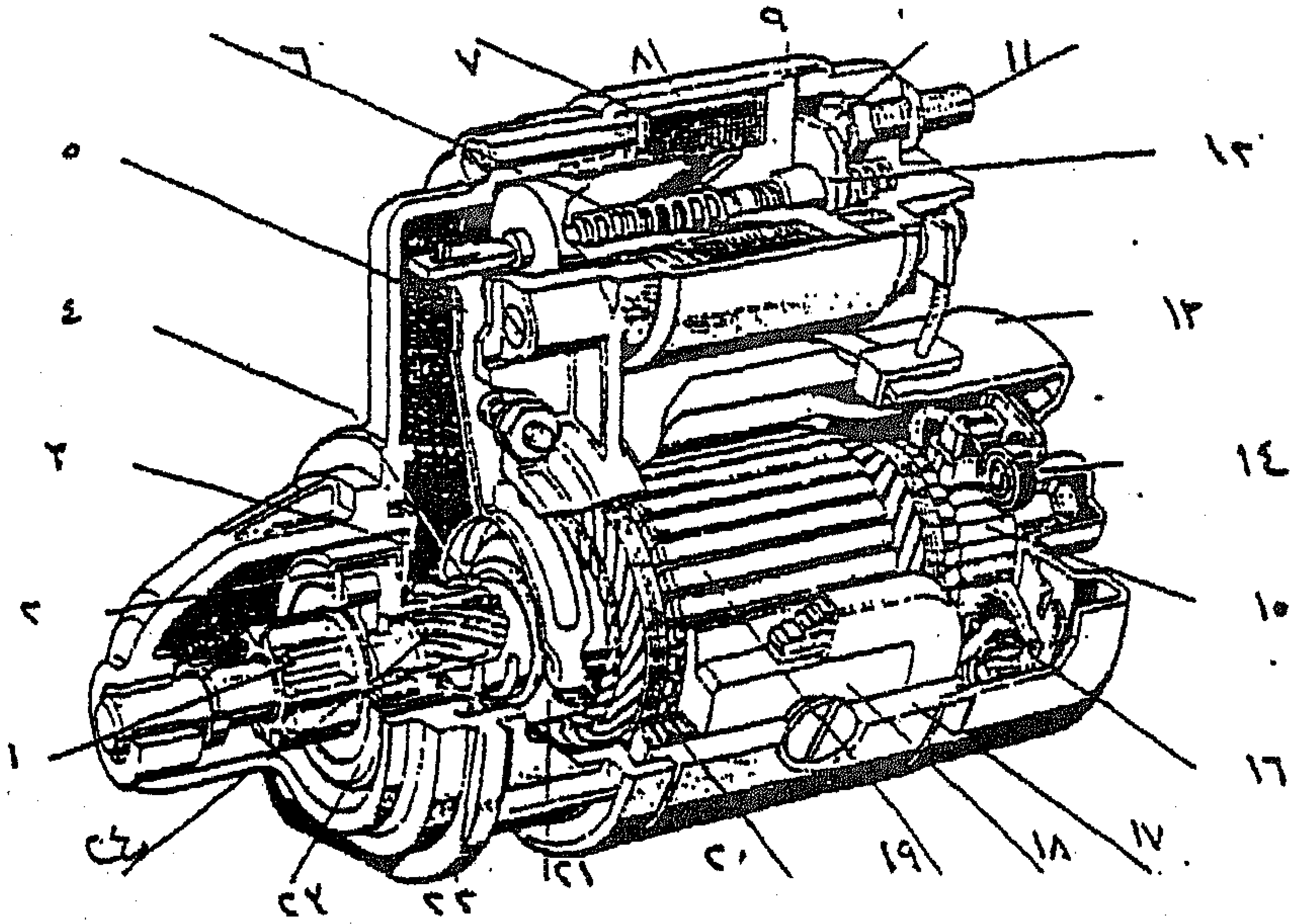


المحرك الكهربائي عبارة عن آلة لتحويل الطاقة الكهربائية إلي طاقة ميكانيكية (عكس المولد) و الفرق الوحيد بين بادئ الحركة وبين المولد هو أن الأول عبارة عن محرك ملفاته موصلة على التوالى حتى يمكنه توليد عزم ابتدائى كبير بينما الثاني توصل ملفات عضو استنتاجه علي التوازي لتقليل الإجهادات الناتجة عن التيار المتولد. ففى حين تغذى ملفات المجال بالمولد من دائرة فرعية متفرعة من دائرة التيار الكهربائى الرئيسية ، أى فى حين تكون هذه الملفات موصلة على التوازى ، تنتقل القدرة الكاملة للتيار الرئيسى فى بادئ الحركة مباشرة – عن طريق ملفات المجال – إلى عضو التوحيد وعضو الإنتاج ، ثم البطارية.

وظيفة المحرك الكهربائي في السيارة :

يحتاج محرك السيارة عند بدء الدوران إلى وسيلة خارجية لإدارته عده لفات حتي تحدث الأشواط الفعالة التي تمكنه من الدوران ذاتيا و يستخدم المحرك الكهربائي لهذا الغرض عن طريق قرص صغير مركب على عمود المحرك و عند إدارته يعشق مع ترس حلقي مركب على حدافة المحرك و تسير السرعة بين الترسين تبلغ نحو ١ : ١٥ تقريبا وهذه النسبة كافية لإدارة المحرك بسرعة نحو ٢٠٠ – ٣٠٠ لفة / د تقريبا وهي سرعة مناسبة لبدء إدارة محرك السيارة .

والشكل يبين التركيب العام للمارش .



١- ترس بادئ الإدارة
٢- العضو الداخلي للدوارة الحرة
٣- ياي إرجاع
٤- الغلاف الخارجي للدوارة
٥- رافعة التعشيق
٦- ياي ارجاع
٧- ملف تثبيت وضع التماس
٨- ملف الجذب
٩- مفتاح التشغيل
١٠- نقط التماس
١١-مسمار لتوصيل لتيار الكهربي
١٢- قرص من النحاس
١٣- غطاء عضو التوحيد
١٤- ياي لتثبيت الفرشة
١٥- عضو التوحيد (المجمع)
١٦- فرشة من النحاس
١٧- غلاف
١٨- حذاء
١٩- عضو الاستنتاج (المنتج)
٢٠- لفات المنتج
٢١- حلقة تعشق معها الرافعة (٥)
٢٢- ياي
٢٣- الدوارة الحرة
٢٤- عمود المنتج (مشكل عليه مجاري حلزونية)

تركيب محرك بدء الحركة:

١- عضو استنتاج :يصنع من رقائق من الحديد لتقليل التيارات الإعصارية ومشكل به مجاري توضع بداخلها الملفات .

٢ - عضو توزيع : يصنع من قطعة طولية من النحاس (لامات) وتلحم في فيه أطراف ملفات عضو الاستنتاج .

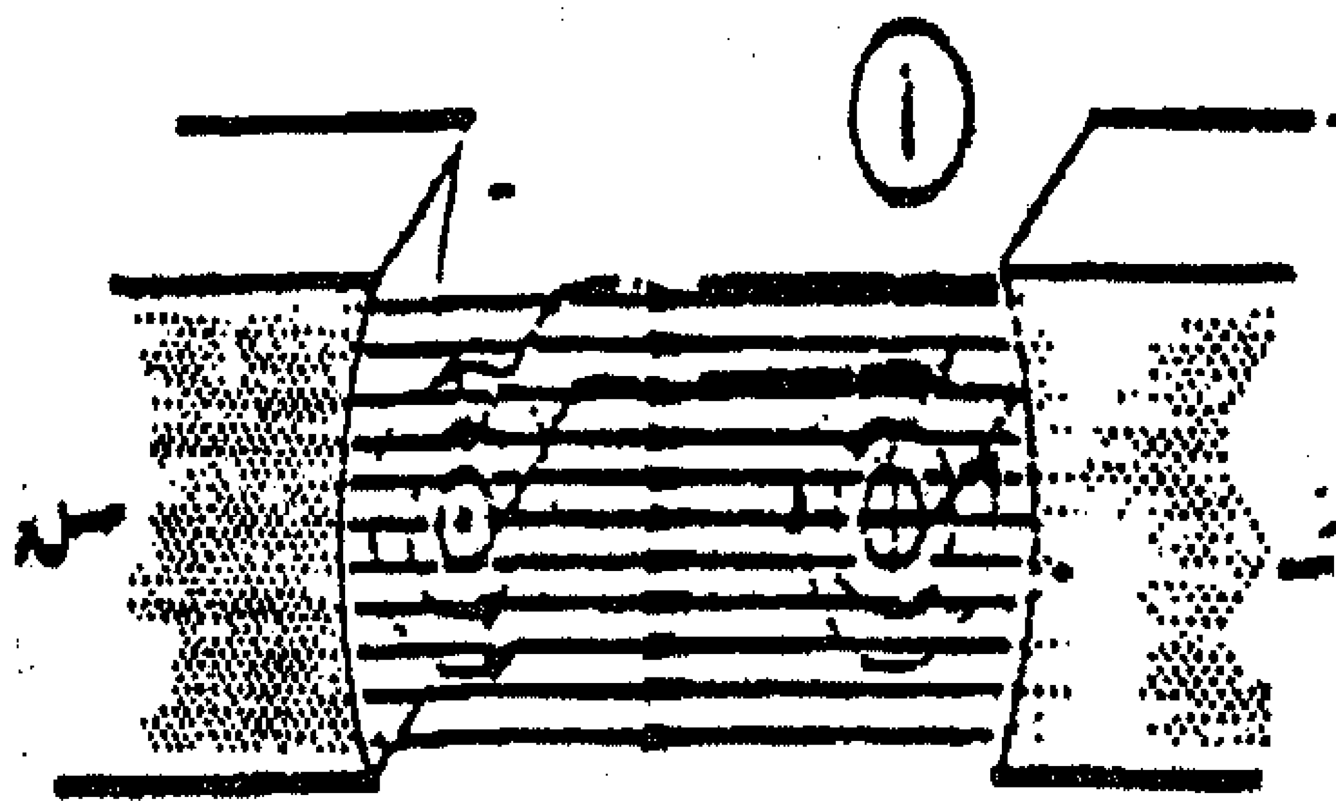
٣ - الفرش: لنقل التيار إلى الملفات و الأقطاب و تصنع من لنحاس.

٤ - الأقطاب المغناطيسية الثابتة : وتلف عليها ملفات التنبيه

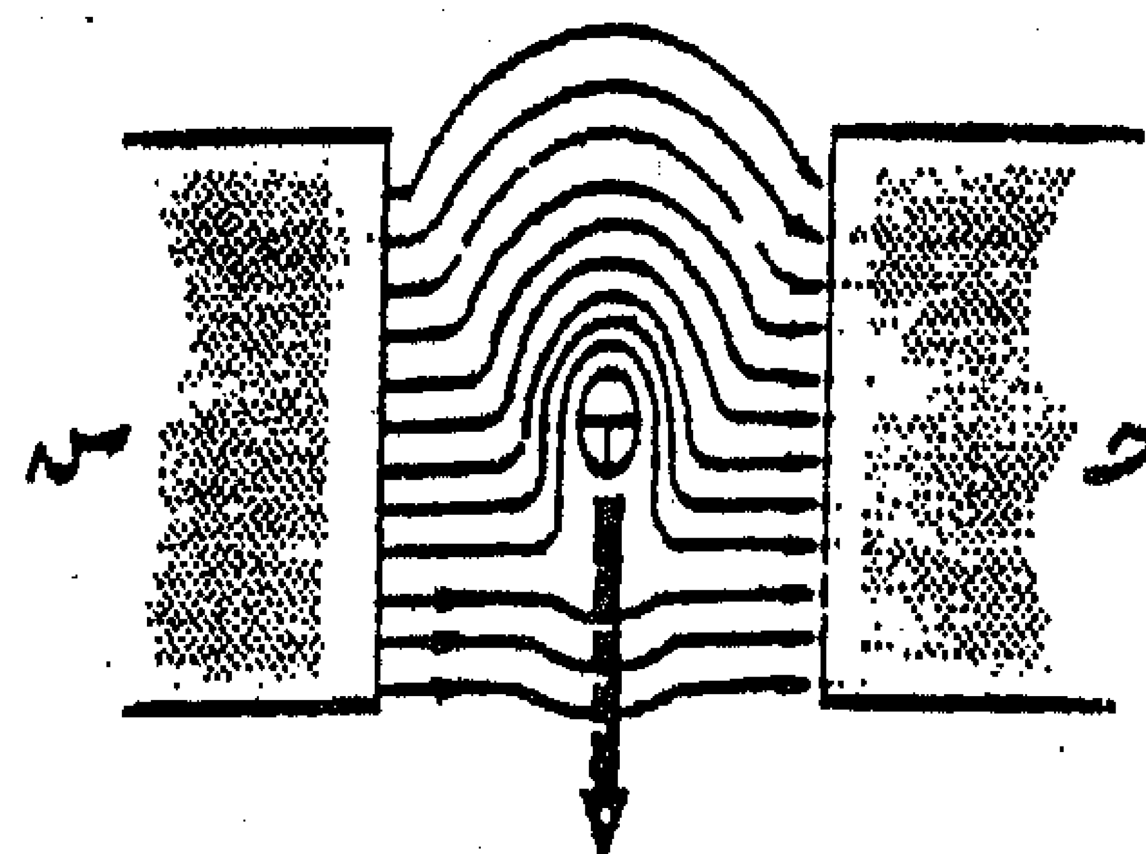
٥ - الغلاف الذي يحتوي على أجزاء المحرك .

كيفية تحويل الطاقة الكهربائية إلى عزم دوران :(نظرية عمل المحرك الكهربي):

إذا مر تيار في موصل يتشكل حوله مجال مغناطيسي و إذا وضع هذا الموصل بين قطبي مغناطيس فإنه يحدث تشوه في المجال المغناطيسي يعمل على تحريك الموصل إلى خارج المجال (شكل ١) وذلك لإنه يحدث زيادة في المجال أعلى الموصل لإن أتجاه مجال الموصل نفس أتجاه المجال المغناطيسي – و يحدث ضعف في المجال أسفل الموصل لأ ن أتجاه المجالين متضادين كما بالشكل ١ وإذا أستبدلنا الموصل بملف يمر به تيار يوضع بين القطبين(الشكل ٢) ينشأ مجال مغناطيسي حول الطرف الموجب في عكس أتجاه المجال المغناطيسي في الطرف السالب مما يؤدي إلى وجود عزم أزدواج يدفع الموصل إلى أسفل من جانب بينما يدفع الجانب الآخر للموصل إلى أعلى مما يسبب دوران الملف داخل القطبين



شكل (٢)



شكل (١)

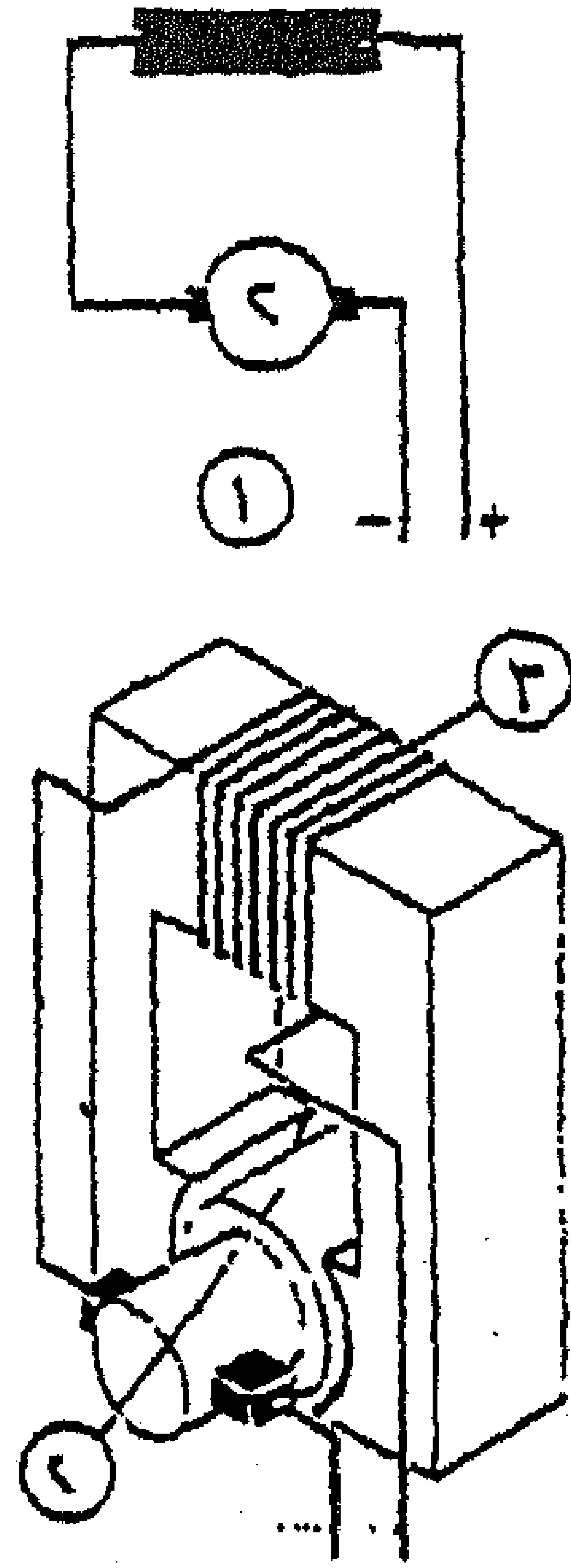
أنواع محركات بدء الحركة :

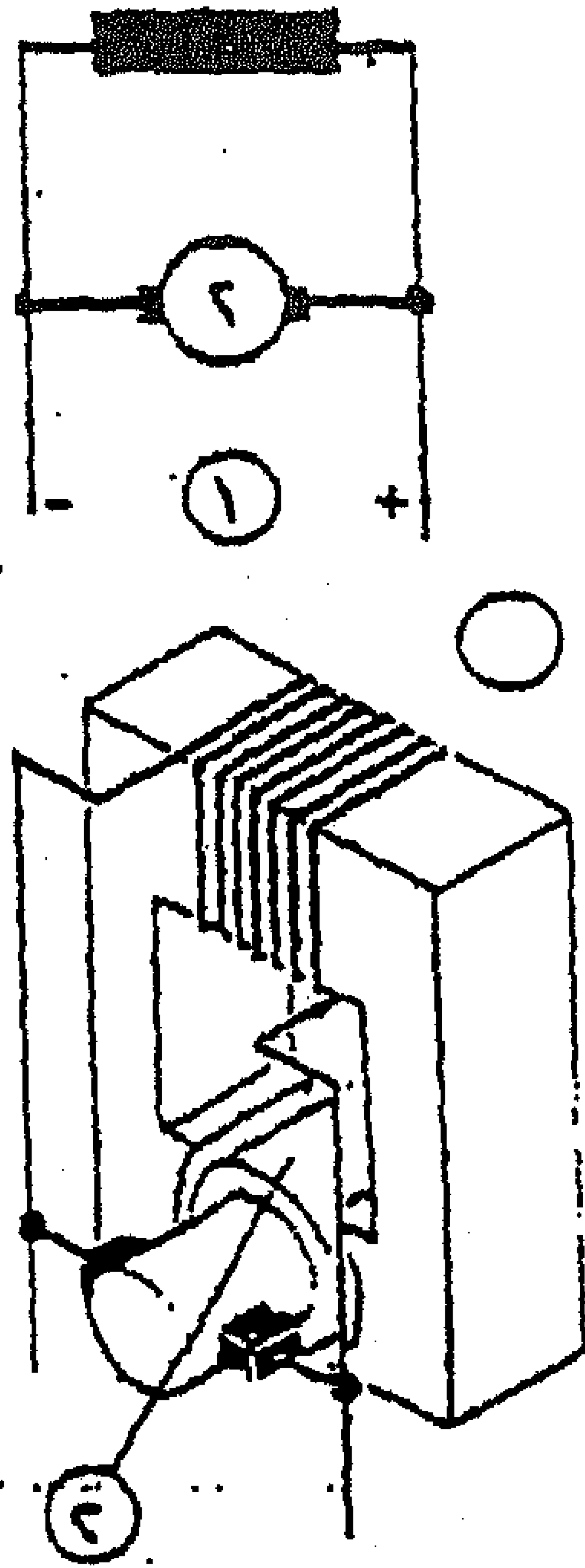
و تنقسم محركات التيار المستمر إلى ثلاثة أنواع :

١ – محرك التوالي :

وفيه توصل ملفات التنبيه و ملفات عضو الأستنتاج على التوالي كما موضح بالشكل.

خواصه: يعطي عزم دوران كبير عند بدء الحركة وهو الأنسب للأستخدام في السيارات.





محرك التولى   محرك التوازى

محرك التوازي :

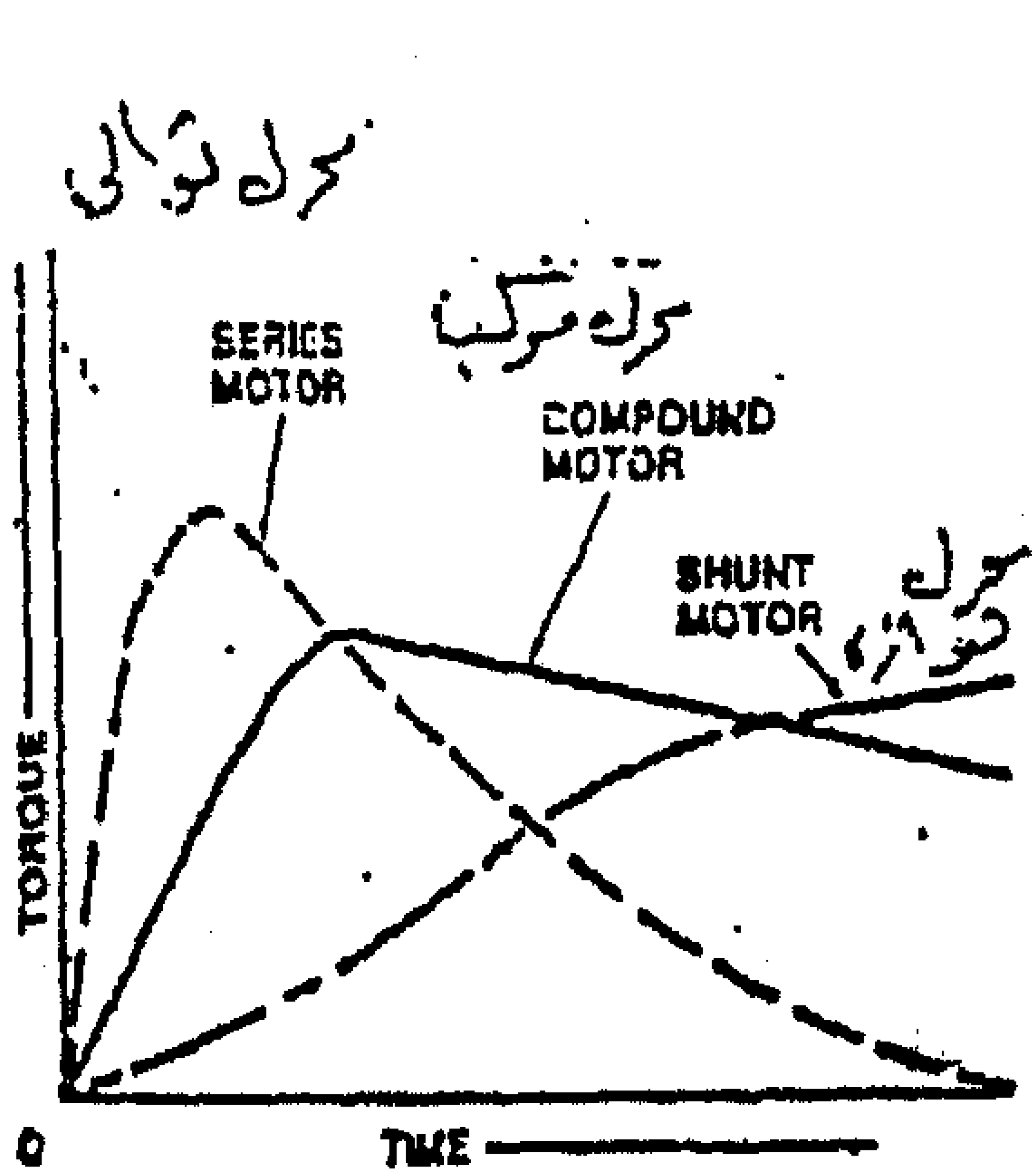
وفيه يكون التوصيل بين الأقطاب المغناطيسية و ملفات عضو الاستنتاج علـــى التوازي كما بالشكل.

خواصه : يعطي عزم دوران ضعيف عند بدء الحركة ثم يزداد بزيادة

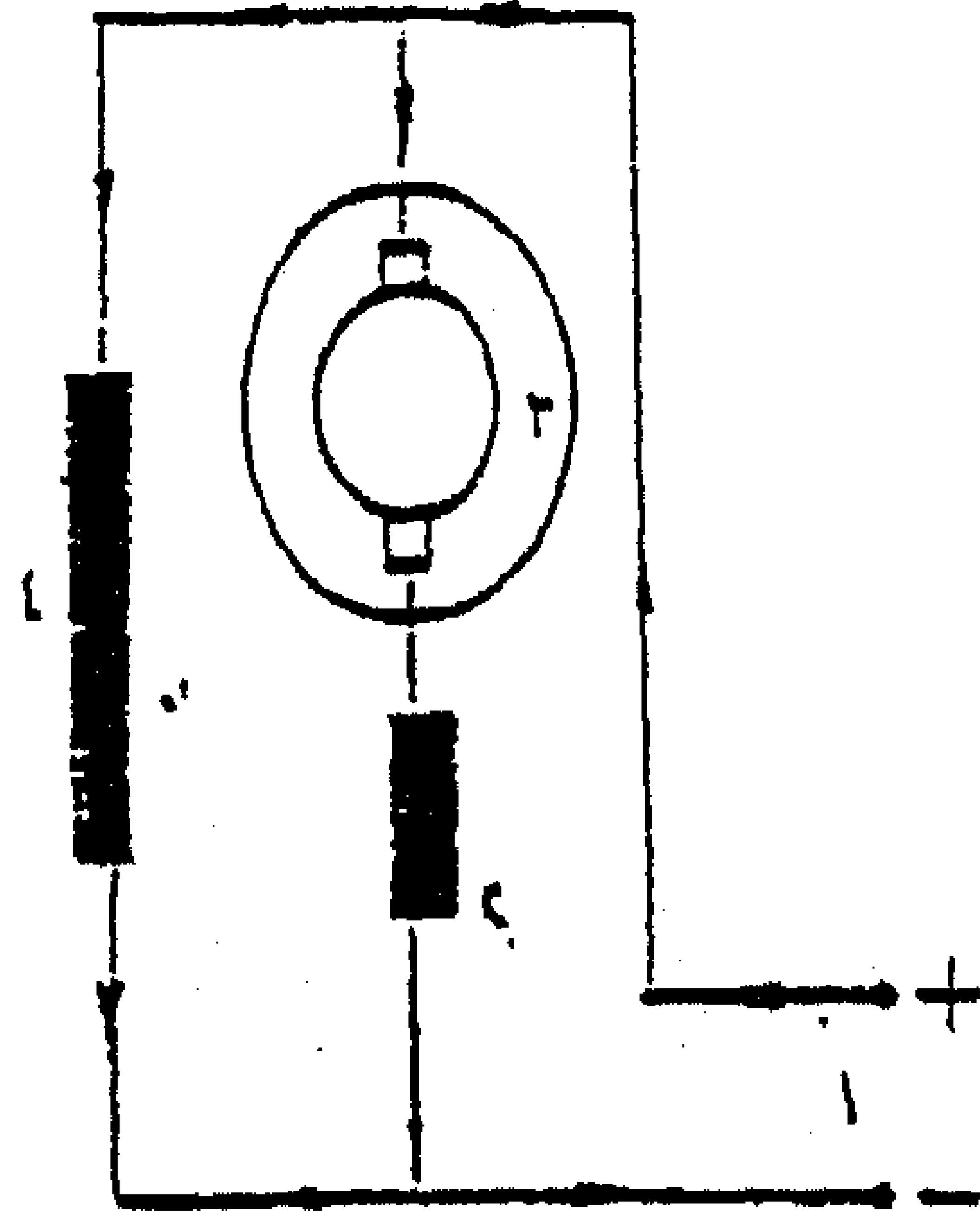
المحرك المركب :

وفيه يكون جزء من ملفات الاقطاب موصل على التوالي و جزء آخر موصل على التوازي مع ملفات عضو الأستنتاج و يجمع بين خواص محرك التوالي ومحرك التوازي

و الشكل ٧ يبين العلاقة بين العزم و السرعة لكل من المحركات الثلاثة

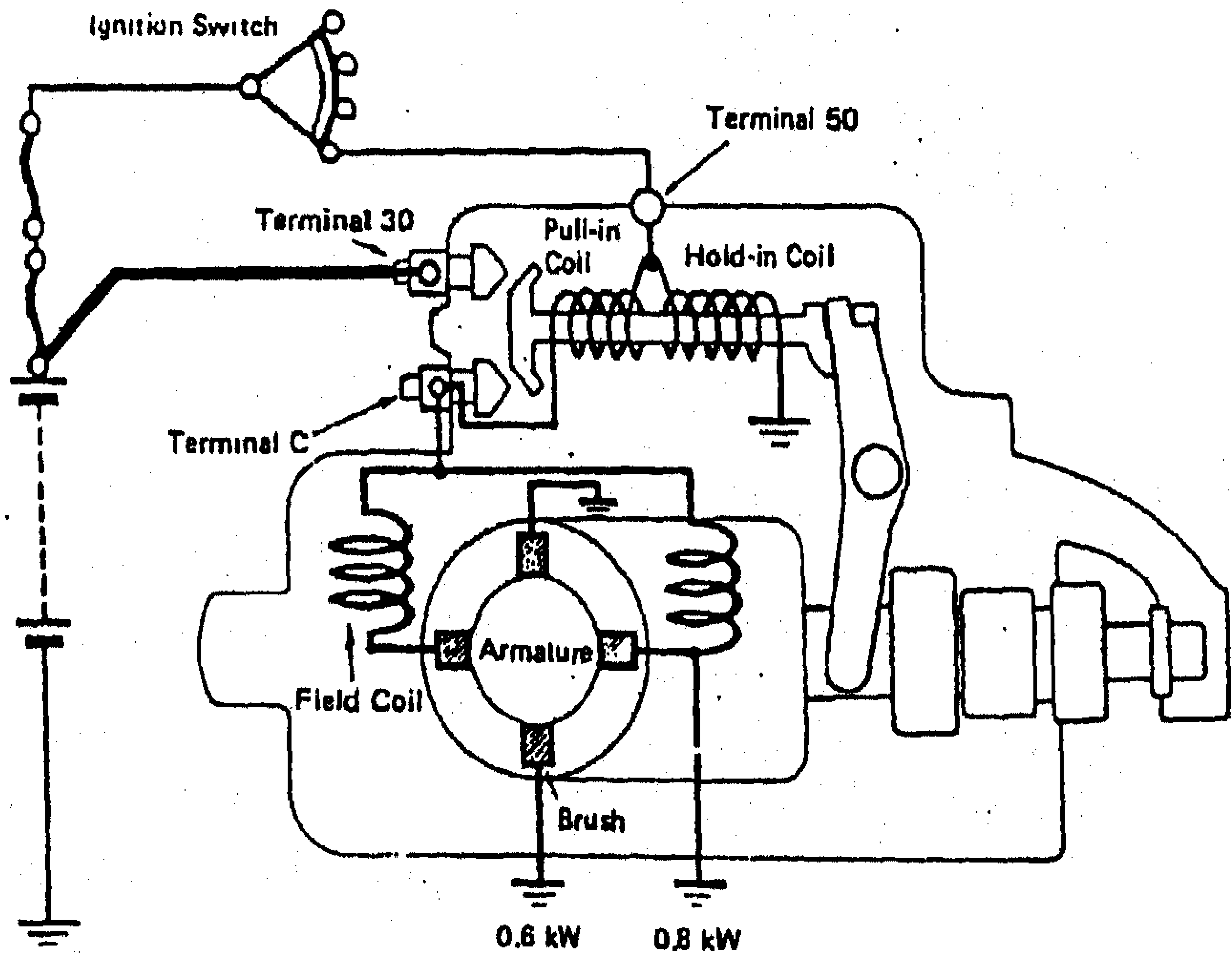


منحنى الخواص

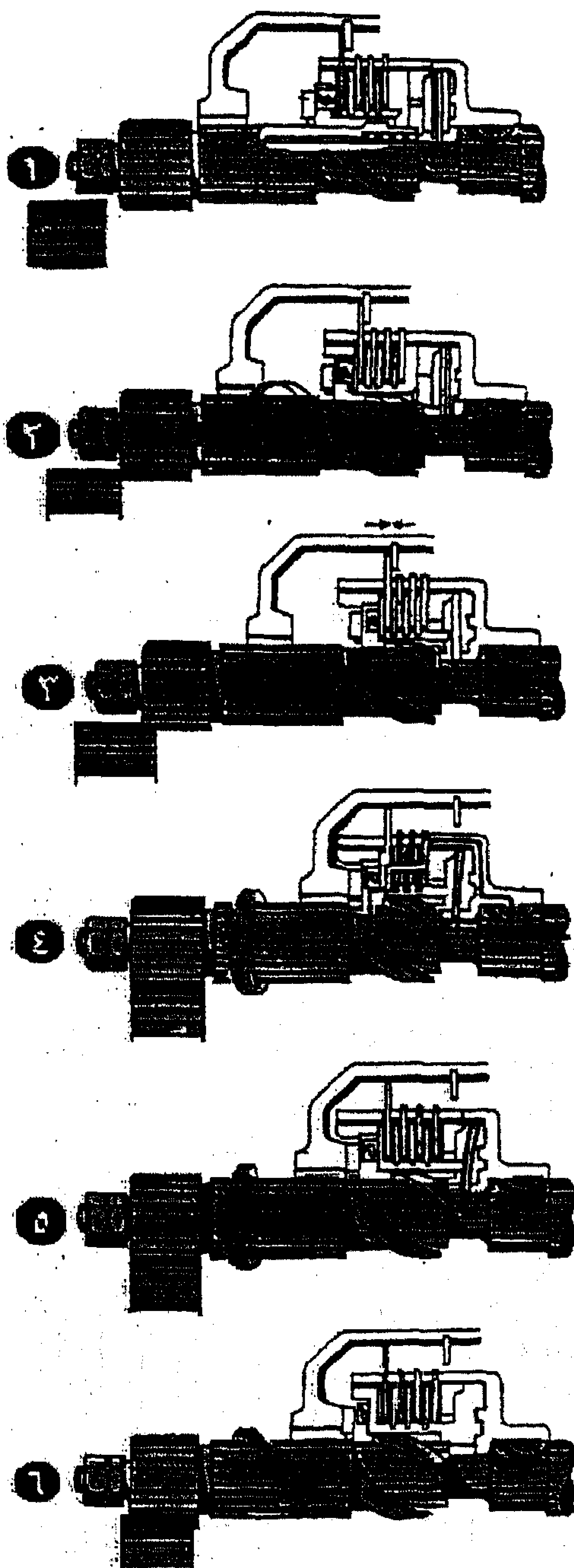


المحرك المركب

طريقة تعشيق محرك بدء الحركة مع أسنان حدافة المحرك:

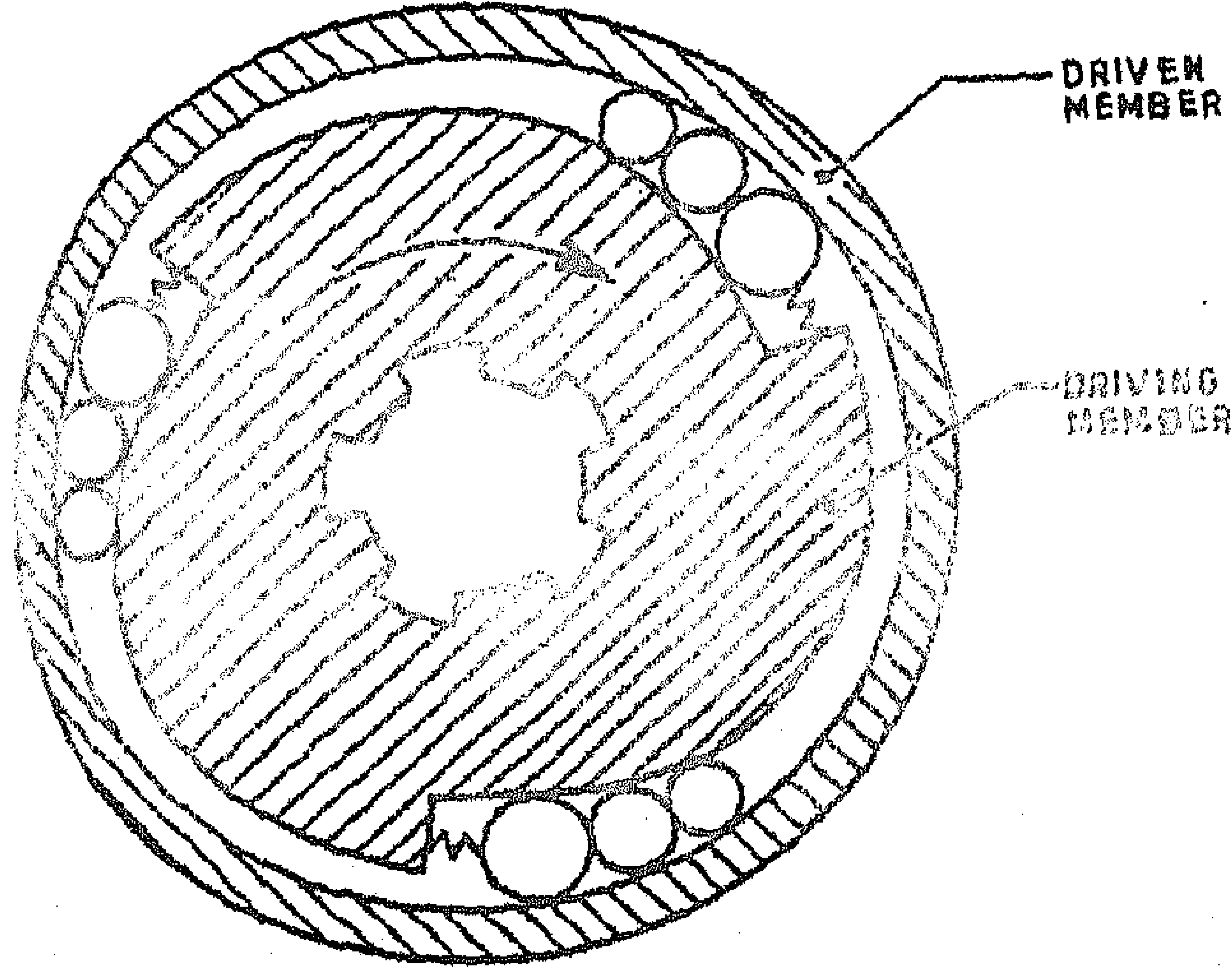


طريقة بندكس : وهي من أشهر الطرق وأكثرها شيوعاً



عند توصيل مفتاح بدء الحركة يمر التيار من المفتاح إلى ملفي المفتاح الكهرومغناطيسي فيمر تيار ضئيل من خلاله إلى ملف التنبيه ثم ملفات عضو الاستنتاج إلى الأرضي و يعمل ذلك على إدارة المارش حوالي ربع لفة لتسهيل عملية التعشيق و يمر تيار في في ملف المفتاح الكهرومغناطيسي إلى الارضي فيتولد مجال مغناطيسي قوي يجذب الرافعة التي تعمل على تحريك الترس لإتمام عملية التعشيق حتي يدور المحرك و في نهاية المشوار يتم توصيل التيار الاصلي إلى المحرك فيدور المارش بسرعة و يدير المحرك ولضمان عملية التعشيق تم تشكيل حلزوني على عمود المارش بحيث ينتج حركة دورانية على ترس المارش أثناء حركته للأمام لتقليل إحتمالات إصطدام اسنان ترس المارش مع ترس الحدافة . وعند فصل مفتاح المارش ينقطع التيار عن ملفات المفتاح الكهرومغناطيسية و يعمل ياي الارجاع علي إرجاع الرافعة التي وضعها الأصلي و فصل التعشيق

الدوارة الحرة:

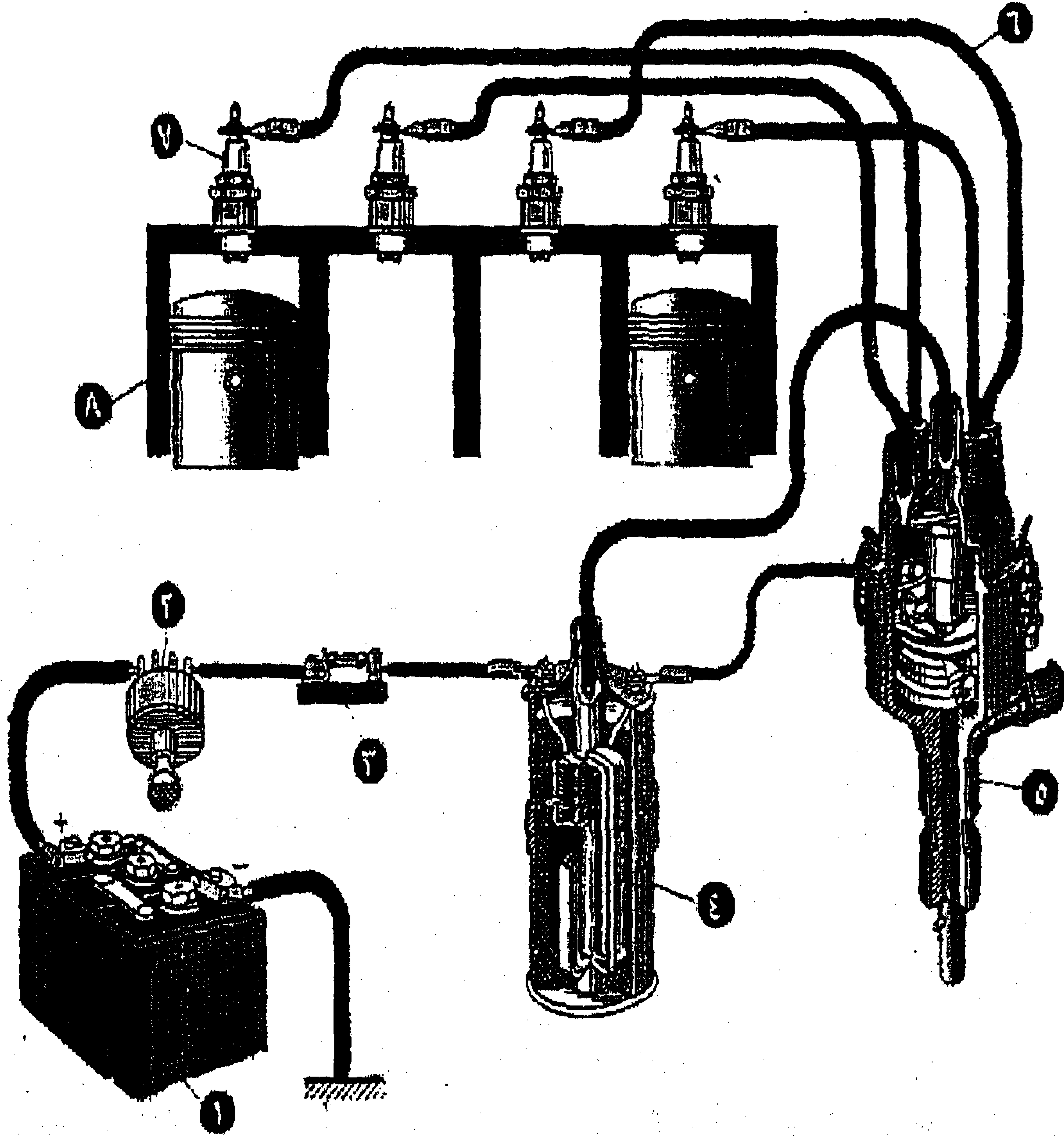


ولتامين عملية الفصل و عدم تلف المارش تم تزويد المسارش بدوارة حرة (قابض أتجاه واحد) كما هو موضح في الشكل ، وتتركب الدوارة الحرة من غلاف خارجي يركب عليه ترس المارش يشكل بهذا الغلاف تجاويف مائلة وجلبة داخلية تركب على عمود المارش ومشكل بها حلزون وبين الغلاف الخارجي الجلبة الداخلية إسطوانات صلبة يدفعها ياي الى الاتجاه الأكثر اتساعاً وعندما تكون الحركة من عمود المارش فى الجلبة الداخلية تدفع الاسطوانات الصلبة ضد ضغط اليايات فتقوم هذه الاسطوانات بالزنق بين الجلبة الداخلية والغلاف فيدوران معاً كقطعة واحدة اما فى حالة ما إذا كانت الحركة من ترس المارش فتدير الغلاف الخارجي فيدفع الاسطوانات الصلبة الى إتجاه التجويف الأكثر اتساعاً فيتم الفصل بين الغلاف الخارجي والجلبة الداخلية فيدور الغلاف وحيداً دون إدارة الجلبة الداخلية وبذلك يتم فصل الحركة بين ترس المارش وعمود المارش .

الإشعال التقليدى

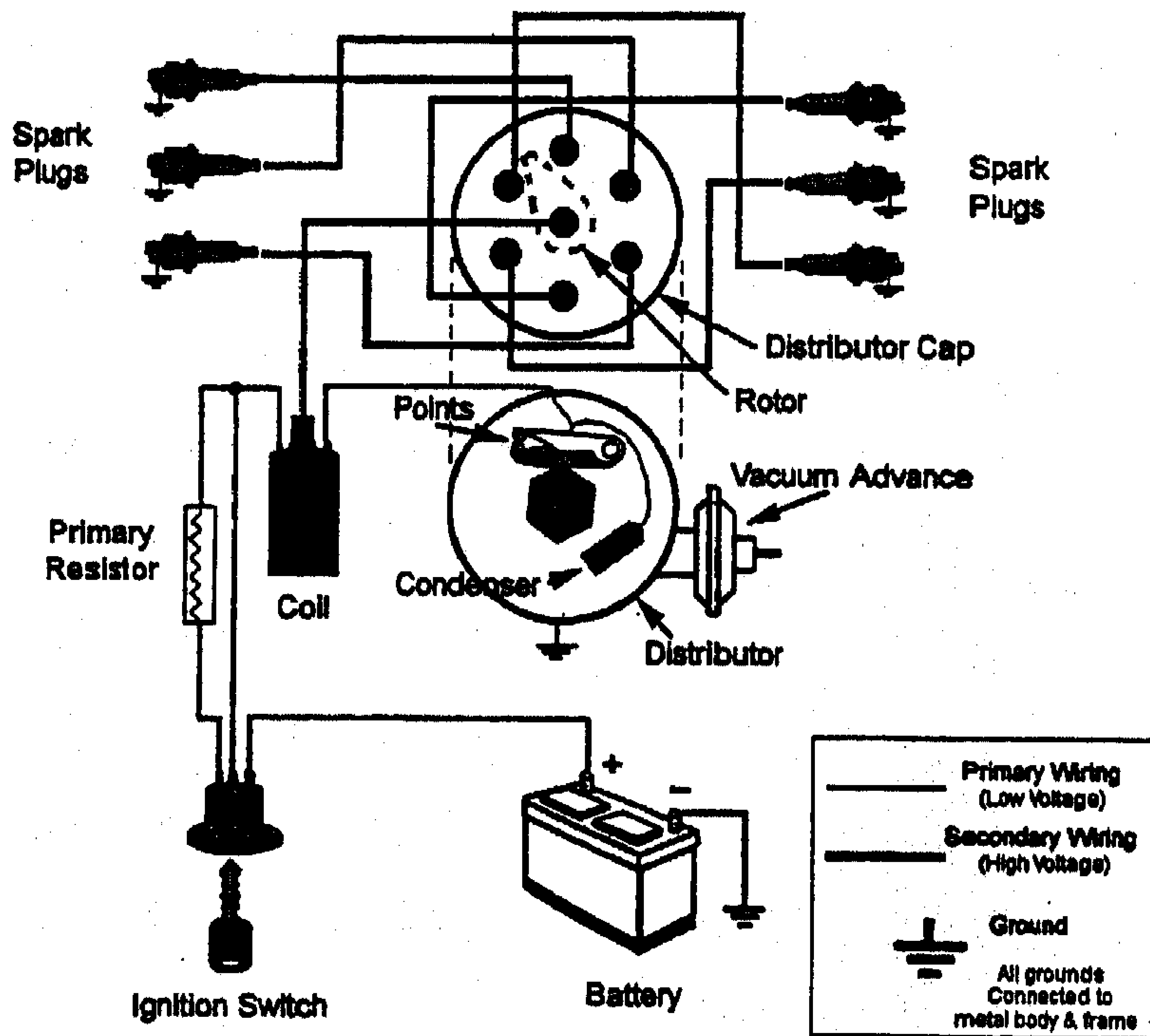
وظيفة دائرة الإشعال هى :

اعطاء شراره قوية لحرق خليط الوقود والهواء داخل غرفة الإحتراق عند التوقيت الصحيح . والشكل يبين المكونات الرئيسية لدائرة الإشعال التقليدية



١ ـ بطارية.	٢ ـ مفتاح إشعال (كونتاكت) .
٣- مصهر .	٤- ملف إشعال .
٥- الموزع .	٦- كابلات توصيل بشمعات الإشعال .
٧- شمعات إشعال (البوجيهات).	٨- الإسطوانات .

كما يبين الشكل مخطط لدائرة الإشعال التقليدى ويرمز له بالرمز CIوهو إختصار لكلمة الإشعال بالملف Coil Ignition ويظهر فى الشكل أطراف كل جزء حسب الأرقام الموجودة فعلا على الأجزاء فى الواقع حيث يوصل الطرف الموجب للبطارية بمفتاح التشغيل (الكونتاكت) ويتصل الطرف ١٥ فى نفس المفتاح بالطرف الموجب عند مدخل المقاومة ومخرج المقاومة يتصل مع الطرف الموجب عند بدء الملف الإبتدائى والطرف السالب وهو نهاية الملف الإبتدائى يوصل الى نقطتى الإتصال (الابلاتين) بينما يبدأ الملف الثانوى فى داخل ملف الإشعال من الطرف السالب وينتهى بطرف الجهد العالي وهو الذى يوصل الى غطاء الموزع ومنه الى شمعات الإحتراق داخل المحرك بالإضافة الى إتصال المكثف على التوازى مع نقطتى التماس من الطرف السالب ويعتبر المسمار الذى يثبت المكثف مع جسم الموزع هو الطرف الأرضى المتصل مع المكثف .



دائرة الأشعال التقليدي

وظيفة كل جزء فى الدائرة :

١ – **البطارية :** مصدر إمداد جميع الأجهزة والإستهلاكات بالتيار .

٢ – **مفتاح الإشعال :** يقوم بتوصيل وقطع التيار الى دائرة الإشعال .

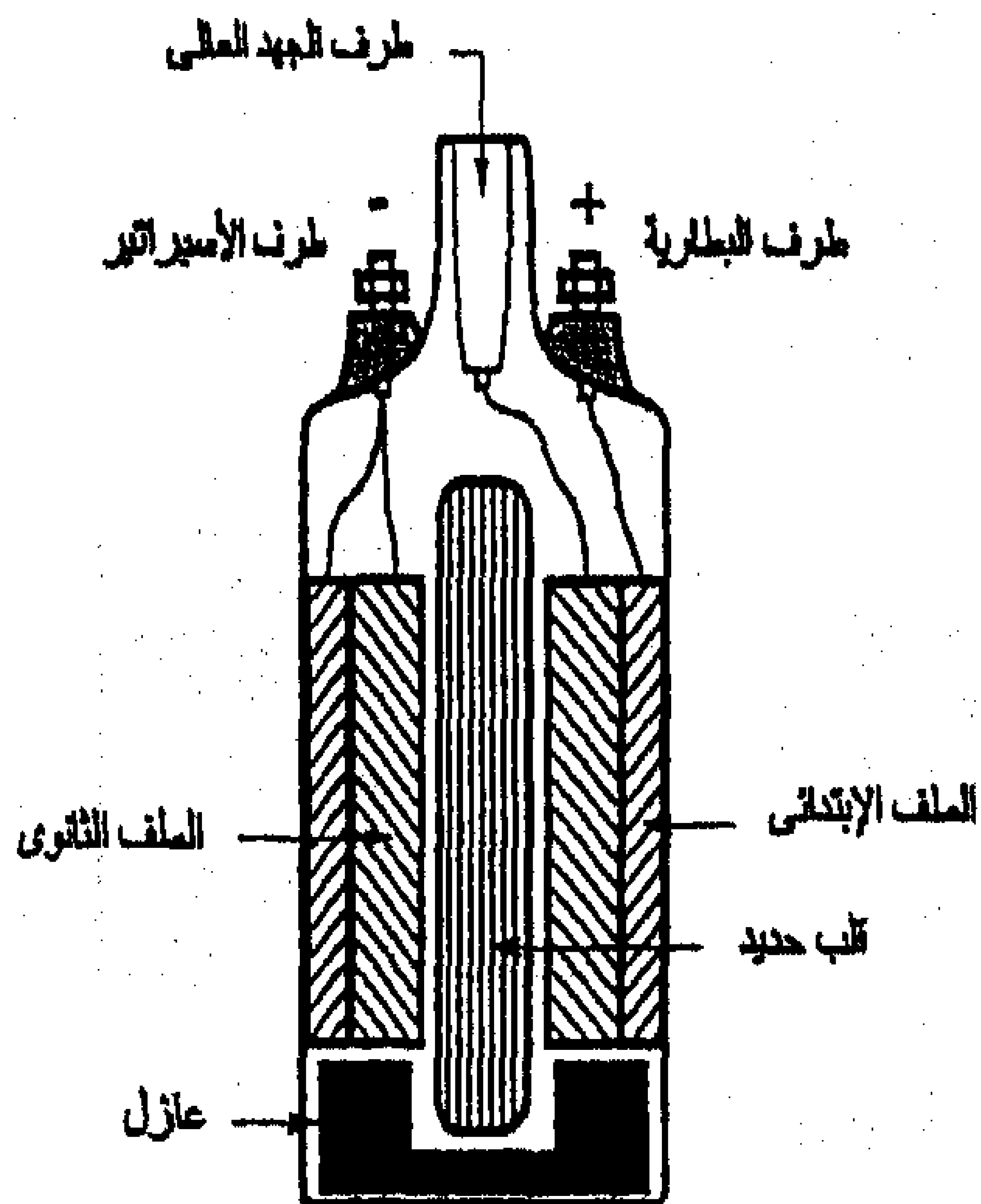
٣ – مقاومة التوالى :

تعرف أحيانا بمقاومة الموازنه وتقوم هذه المقاومة عند بدء الإدارة والمحرك بارد بإمداد تيار عالى الى ملف الإشعال حيث أن مقاومتها تكون منخفضة بسبب انخفاض درجة حرارتها ولكن بعد فترة ترتفع درجة حرارتها مما يؤدى الى إرتفاع مقاومتها لمرور التيار فيقل التيار المار الى ملف الإشعال لحمايته من إرتفاع درجة حرارته وإحتراقه أو حدوث قصر بالملفات لذلك تسمى هذه المقاومة بمقاومة الموازنة حيث تمرر تيار عالى أولا ثم ينخفض عند إرتفاع درجة الحرارة بسبب إستمرار التشغيل لفترة طويلة وتبلغ قيمتها نحو ٢ ،١ إلى ٨ ،١ أوم.

٤ – ملف الإشعال :

يتكون من ملف إبتدائى وأخر ثانوى والملف الإبتدائى يتكون من عدد قليل من اللفات من سلك نحاس ذو مقطع سميك – ويمر فيه تيار الدائرة الإبتدائية ليكون مجالا مغناطيسيا تقطع خطوطه ملفات الملف الثانوى .

الملف الثانوى: يتكون من ملف ذو عدة لفات كبيرة جدا يبلغ نحو ٣٠٠ ضعف أو أكثر لعدد لفات الملف الإبتدائى ويصنع من سلك نحاس ذو مقطع صغير ويستنتج فيه الجهد العالى بالحث المغناطيسى .



٥- المكثف :

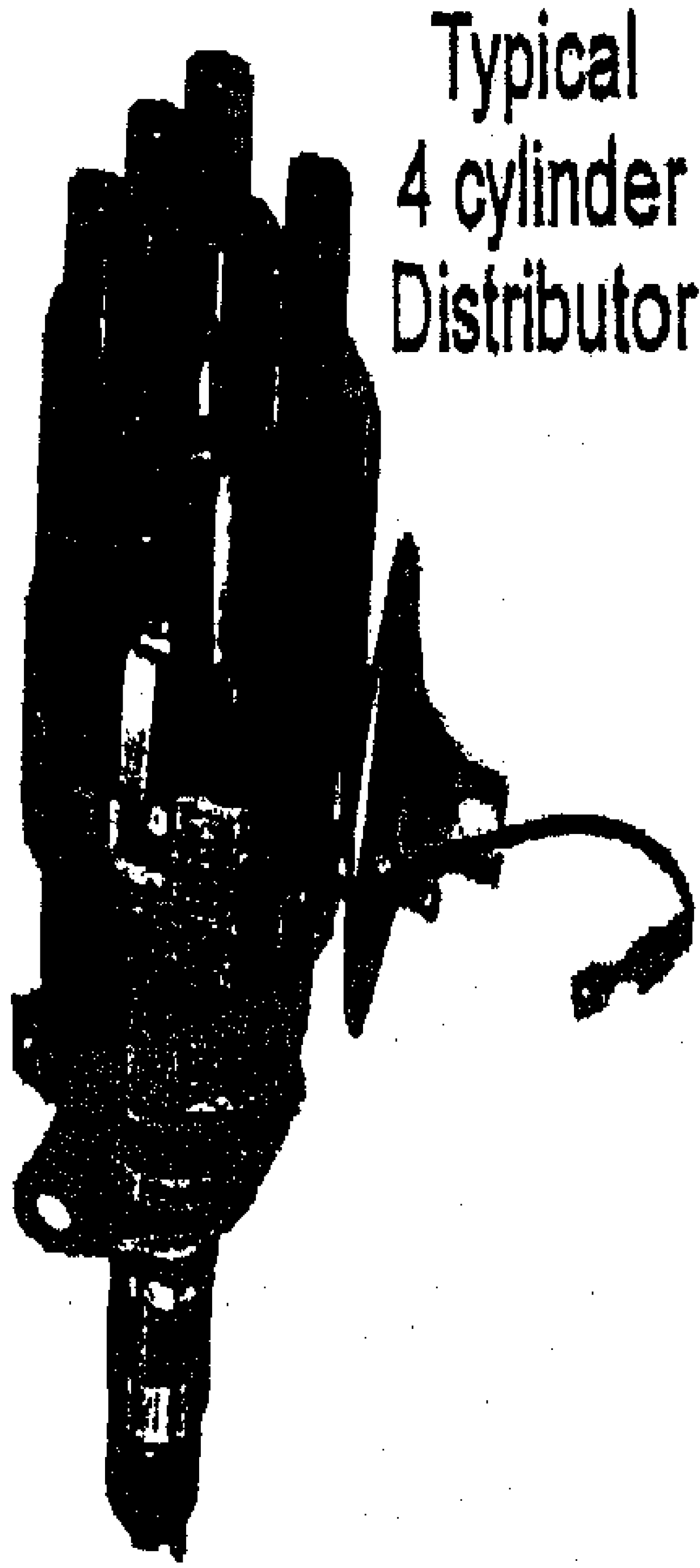
يعمل على حماية نقاط الإتصال (الابلاتين) من الإحتراق أو التأكل ويساعد على زيادة الجهد المستنتج فى الملف الثانوى

٦ - نقاط الإتصال (الإبلاتين) :

تصنع من التنجستين أوسبيكة البلاتينيوم والأرديوم وتثبت على صينية الموزع وتقوم بتقطيع تيار الدائرة الإبتدائية لإطلاق الطاقة الكهرومغناطيسيه من الملف الإبتدائى وإستنتاج الجهد العالى من الملف الثانوى - ويتكون الابلاتين من قطعتين إحداهما متحركة عن طريق كامه عمود الموزع والأخرى ثابتة ومتصلة مع الارضى عن طريق جسم الموزع.

٧ - كامه عمود الموزع :

تقوم الكامة المشكلة على عمود الموزع بفتح وغلق الابلاتين ويستمد العمود الحركة من عمود كامات المحرك .



٨ - الموزع :

يتكون الموزع من الغطاء الذى يوجد بداخله عدد من النحاسات تقدر بعدد الإسطوانات موزعة على محيطه كما يوجد عند مركز الغطاء جزء خاص لتوصيل الضغط العالى من ملف الإشعال .

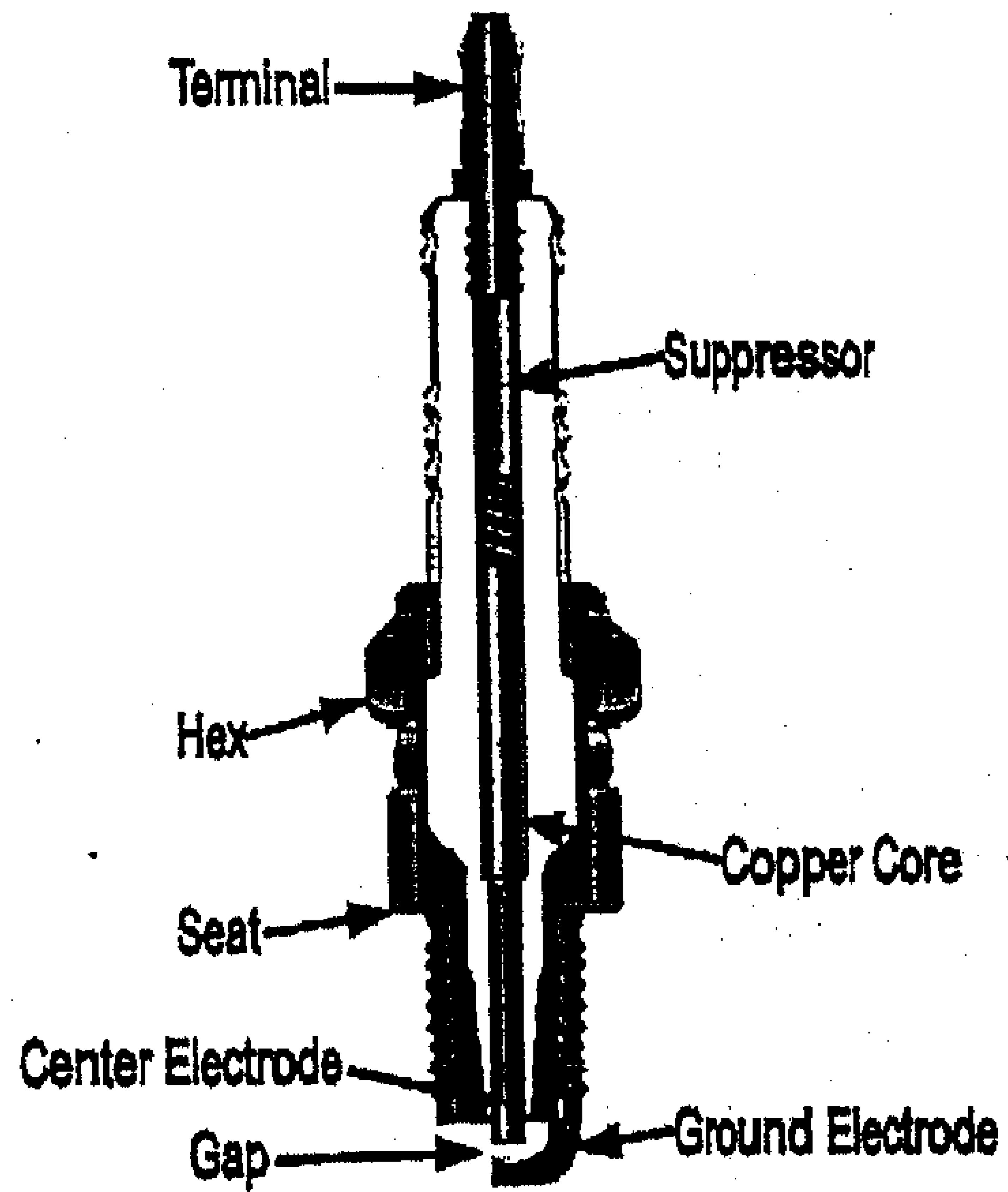
كما يوجد داخله أيضا المكثف والأبلاتين وجهاز تقديم الشراره بواسطة الطرد المركزى وجهاز التقديم بواسطة التخلخل .

ويقوم الموزع بتوزيع الجهد العالى الى شمعات الاشعال بواسطة الشاكوش المركب على عمود الموزع .

٩- شمعات الإشعال :

تقوم بتوصيل الجهد الناتج فى ملف الإشعال الى داخل الإسطوانة ويجب أن تكون ذات مقاومة عالية جدا وكذلك يجب أن تبقى الثغرة فى حدود ٠,٧ مللميتر ولضمان تنظيف ذاتى لشمعات الإشعال ضد تراكم الأواسب يجب أن تكون ذات حرارة نحو ٤٠٠ درجة مئوية ويجب أن تكون درجة حرارة التوهج نحو ٩٠٠ درجة مئوية مع مراعاة عدم زيادة درجة التوهج عن هذه القيمة لتجنب الإشعال الذاتى للشحنة وتعد قيم درجات الحرارة هما مجال تشغيل شمعة الإشعال .





طريقة عمل دائرة الإشعال :

عند توصيل مفتاح الإشعال يمر التيار الإبتدائى نحو ٤ أمبير الى الملف الإبتدائى وفى حالة غلق الإبلاتين يمر التيار فى الملف الإبتدائى وينشأ الفيض المغناطيسى حول الملفات الإبتدائية والثانوية . وتسمى فترة مرور التيار بفترة بناء المجال (السكون) أو إختزان الطاقة فى الملف الإبتدائى . وعند فتح الإبلاتين فى نهاية فترة السكون بواسطة كامة الموزع تنهار خطوط الفيض المغناطيسى وتقطع الملف

الإبتدائى حيث يستنتج فيه جهد قيمته نحو ٣٠٠ فولت يتم استهلاكه بواسطة المكثف وفى نفس الوقت تقطع خطوط الفيض المغناطيسى ملفات الملف الثانوى وينشأ الجهد العالى نحو ١٥٠٠٠ إلى ٢٠٠٠٠ فولت

ويتوقف الجهد المستنتج على :

١ - عدد لفات الملف الإبتدائى والثانوى.

٢- سرعة إنهيار الفيض المغناطيسى (سرعة القطع)

ويقوم المكثف بالمساعدة على سرعة قطع التيار الإبتدائى وبالتالى سرعة إنهيار المجال المغناطيسي . ويتم توزيع الجهد العالى على شمعات الإشعال حسب ترتيب الإشعال عن طريق شاكوش الموزع .

وظيفة المكثف فى دائرة الإشعال :

عند فتح الأبلاتين ينشأ التيار فى الملف الإبتدائى والملف الثانوى ويقوم الجهد المستنتج فى الملف الابتدائى بمحاولة القفز عن نقطتى التماس والتى تكون قد إبتعدت عن بعضها لمسافة كبيرة وبالتالى تكون ذات مقاومة كبيرة فيتم شحن المكثف المتصل على التوازى مع الأبلاتين بالجهد المستنتج فى الملف الإبتدائى حتى يصل الى تمام الشحن فتنعكس القطبية ومازال الأبلاتين مفتوحا حيث يبدأ التفريغ مرة أخرى فى الملف الإبتدائى مما يؤدى الى سرعة قطغ التيار فى الملف الابتدائى مما يؤدى الى سرعة انهيار المجال المغناطيسى الذى يؤدى الى رفع قيمة الجهد الثانوى المستنتج .

ويبلغ زمن كل من الشحن والتفريغ نحو ٢٠مللى ثانية وتزيد سرعة انهيار المجال إلى الضعف عن سرعة انهيار المجال فى دائرة بدون مكثف، وفى السرعات البطيئة قد تظهر شرارة خفيفة بين نقطتي التماس لأن الجهد المستنتج فى الملف الإبتدائى بالإستنتاج النفسى فى هذه الحالة يرتفع بسرعة أكبر من سرعة تباعد نقطتى النحاس مما يؤدى الى وجود جهد كافى للتغلب على مقاومة الثغرة وعبور الشرارة عند بدء الفتح وتتلاشى هذه الظاهرة مع زيادة السرعة .

وتتراوح سعة المكثفات المستخدمة فى السيارات بين ٠,١٥ : ٠,٥٠ ميكروفاراد مع ملاحظة أن المحركات ذات السرعة البطيئة تحتاج مكثفات ذات سعة أعلى.

وعموما يجب أن تكون سعة المكثف المستخدم حسب مواصفات المنتج ويمكن ملاحظة ما اذا كانت سعة المكثف أكبر من أو أقل من اللازم بالنظر الى قطعتى الاتصال للأبلاتين فإذا كان النقر فى الطرف السالب تكون السعة أكبر من اللازم والعكس صحيح.

شمعات الإشعال

كما ذكرنا من قبل فإن وظيفة شمعة الإشعال هي توصيل تيار الإشعال ذو الجهد العالي إلي غرفة الاحتراق في إسطوانة المحرك حيث تقفز الشرارة بين قطبي الشمعة الموجب و السالب لتشكل خليط الوقود الهواء وتتعرض الشمعة ألي إجهادات كهربائية و ميكانيكية و حرارية و كيمائية عالية جدا..

وبسبب تمدد أجزاء الشمعة الناتج عن التسخين العالي يجب توافر متطلبات خاصة في خواص مواد العزل الخزفية وإحكام منع تسرب الغازات من شمعة الإشعال و يجب أن تتصف الأجسام العازلة بمقاومة عالية للإجهادات الميكانيكية مثل الضغط و الصدمات و الطرق وأن تكون ذات توصيل حراري جيد وقدرة عزل كهربائية عالية جدا.

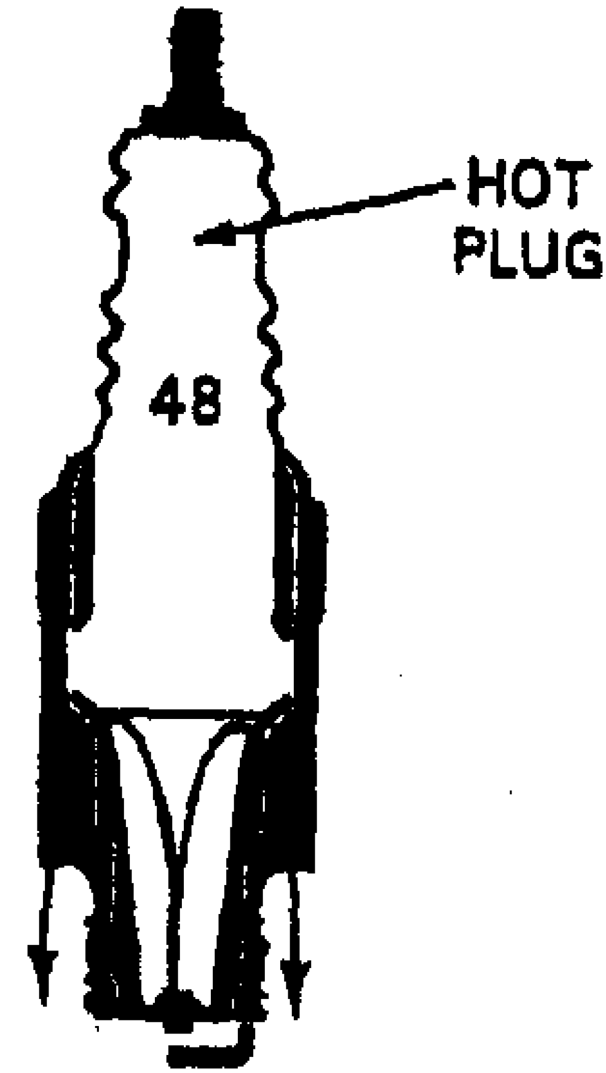
أشكال الإلكترودات :

الشكل يبين أشكال الإلكترودات شمعات الإشعال وتتميز الإلكترودات الجانبية بالأداء الجيد عند سرعة اللاحمل وتعطى تسارعا جيدا – أما الإلكترودات الجبهية فيكون تلفها ضئيل تحت تأثير إجهادات الإشعال المختلفة و بالتالي تتميز بعمرها الطويل أما الإلكترودات الجانبية الحلقية حيث تحيط الريش السالبة بالقطب المركزي الموجب فتتميز بمقدرة جيدة على تبديد الحرارة وتستخدم بصفة خاصة في المحركات الثنائية .

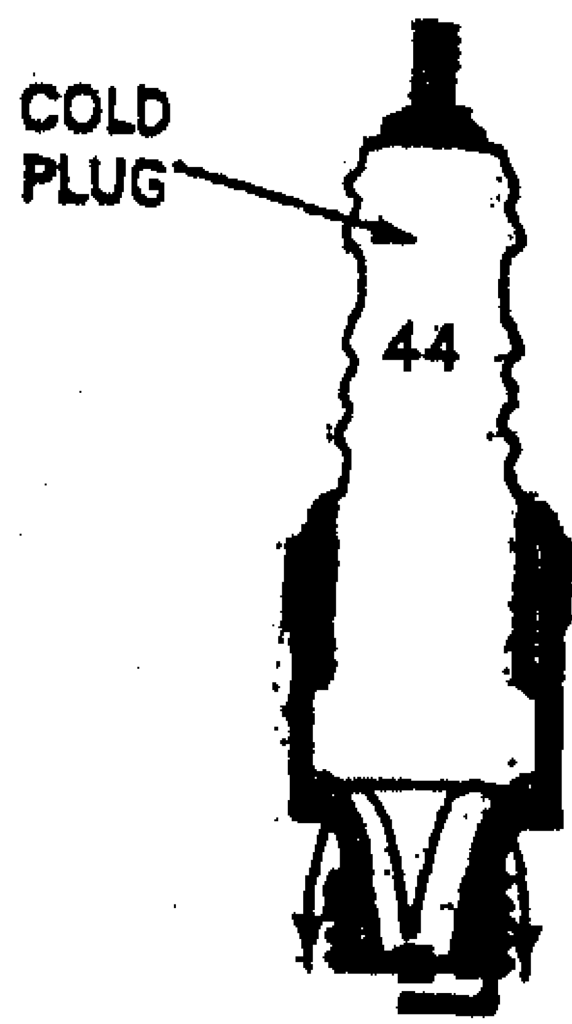
أنواع شمعات الإشعال :

تختلف أنواع الشمعات عند التركيب يجب اختيار الشمعة المناسبة لنوع وحالة المحرك المستخدم وظروف التشغيل وتوجد الأنواع الآتية من الشمعات :

١ – الشمعة الساخنة ٢ – الشمعة المتوسطة ٣- الشمعة الباردة



شمعة ساخنة
سريان أطول للحرارة
تبديد حراري بطيء



شمعة باردة
سريان أقصر للحرارة
تبديد حراري سريع

أولا : الشمعة الساخنة :

وفيها يكون الأنف الخزفي للشمعة طويلا حيث يعمل ذلك الأنف الخزفي المعرض لغازات الاحتراق على الاحتفاظ بالحرارة و عدم تسريبها لجسم المحرك بسرعة و الشكل يبين طول مسار تسرب الحرارة (الخط المتقطع) و يستخدم هذا النوع في المحركات البطيئة أو التي تعمل عند أحمال جزئية وتتميز هذه الشمعة بخاصية التنظيف الذاتي للشمعة نتيجة لتوهجها و بروزها في مسار جبهة اللهب .

ثانيآ – الشمعة الباردة :

تستعمل في المحركات ذات السر عات العالية و ذات الأحمال الكبيرة و البلاد الحارة و يكون طول الأنف الخزفي قصير نسبيا ولا يحتفظ بالحرارة بل يحدث تسزيب سريع لها كما بالشكل .

ثالثاً - الشمعة المتوسطة :

هذا النوع يستخدم في المحركات التي تعمل في ظروف تشغيل عادية و فيه يكون طول الأنف الخزفي أقصر من الشمعة الساخنة وبالتالي يكون مسار تسرب الحرارة أقصر.

التنظيف الذاتي للشمعات (المدى الحراري للشمعات):

يجب أن يحتفظ أنف الشمعة بجزء من الحرارة المعرض لها و تتخلص من الجزء الباقي بحيث تظل دائما بدرجة حرارته بين ٦٠٠ إلى ٨٠٠ درجة مئوية أثناء التشغيل و ذلك يساعد على احتراق الرواسب التي تترسب على الأنف و التخلص منها بسرعة و ترك الشمعة نظيفة و يسمى هذا النوع بالتنظيف الذاتي للشمعة و يلاحظ أنه يمكن استبدال نوع معين من الشمعات بنوع آخر للمحرك الواحد وذلك بتغير حالة المحرك أو ظروف التشغيل .

توقيت الإشعال :

توقيت الإشعال الأمثل يكون قبل النقطة الميتة العليا حتى نحصل على أقصى ضغط بعد النقطة الميتة العليا بحولي من ١٠ – ١٥ ° من درجات عمود المرفق وعندها نحصل على أفضل أداء للمحرك أما إذا حدثت الشرارة أكثر تكبيراً (**تقديم للشرارة**) وينتج الآتي :

١ – نقص قدرة المحرك

٢ – زيادة استهلاك الوقود

٣ – نقص في كفاءة المحرك

٤ – حدوث صفع بالمحرك

٥ – زيادة الشغل السالب

٦ – ارتفاع درجة حرارة المحرك

أما إذا حدثت الشرارة متأخرة (**تأخير الشرارة**) فإن ذلك يؤدي إلى فقد جزء من شوط القدرة بلا فائدة وينتج عن ذلك الآتي

١ – نقص في قدرة المحرك

٢ – ارتفاع درجة حرارة المحرك

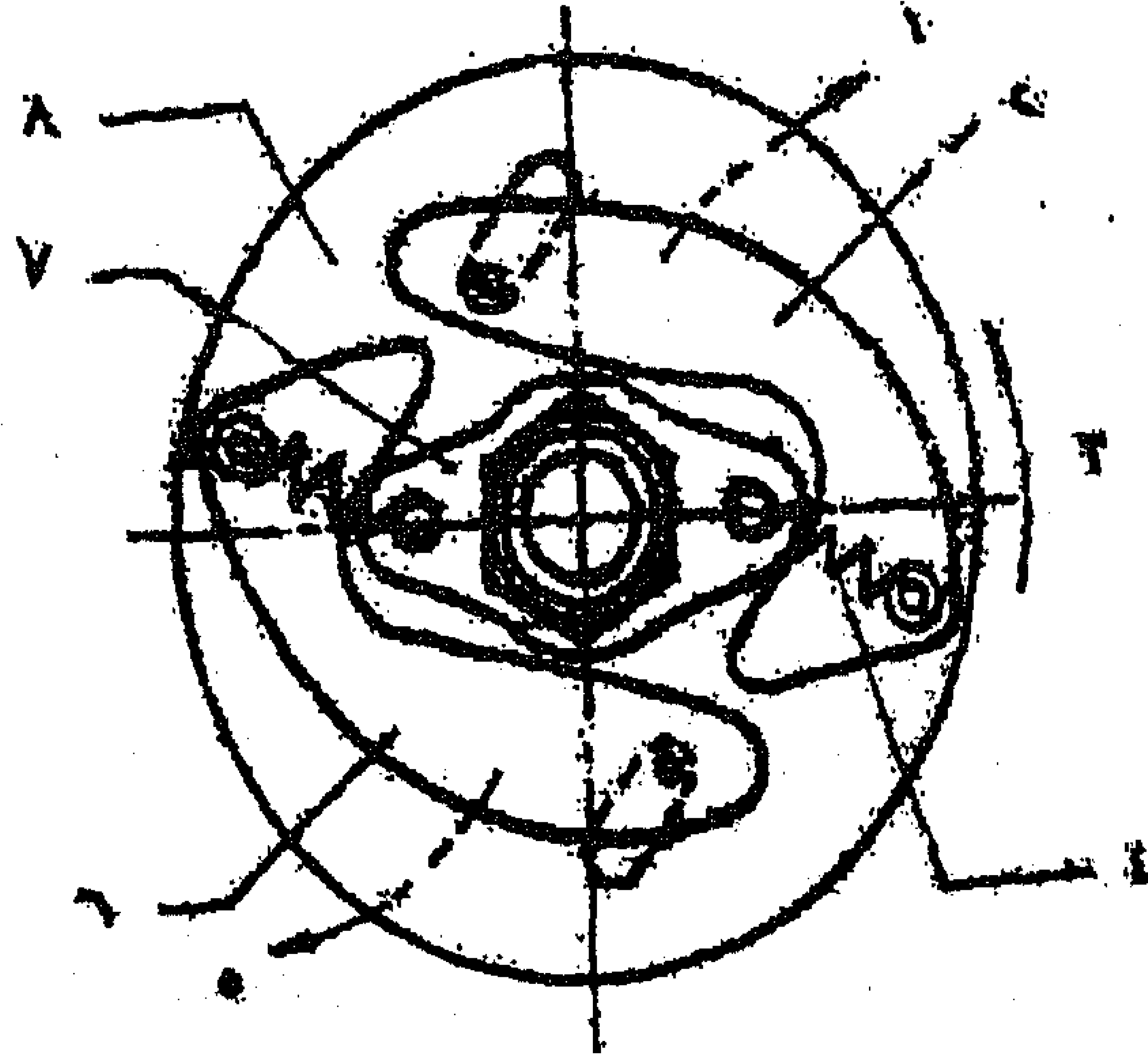
٣ – زيادة استهلاك الوقود ٤- احتراق غير كامل

٥ – حدوث صوت بدورة العادم

منظم القوة الطاردة المركزية :

يستخدم في تقديم توقيت الإشعال عند زيادة السرعة .

كيب : يتركب من الأجزاء الآتية :



١-٥- حركة الروافع للخارج .

٢-٦- الروافع

٣ – تباطؤ

٤- ياي

٧- كامة القاطع

٨- قرص القاطع

طريقة العمل :

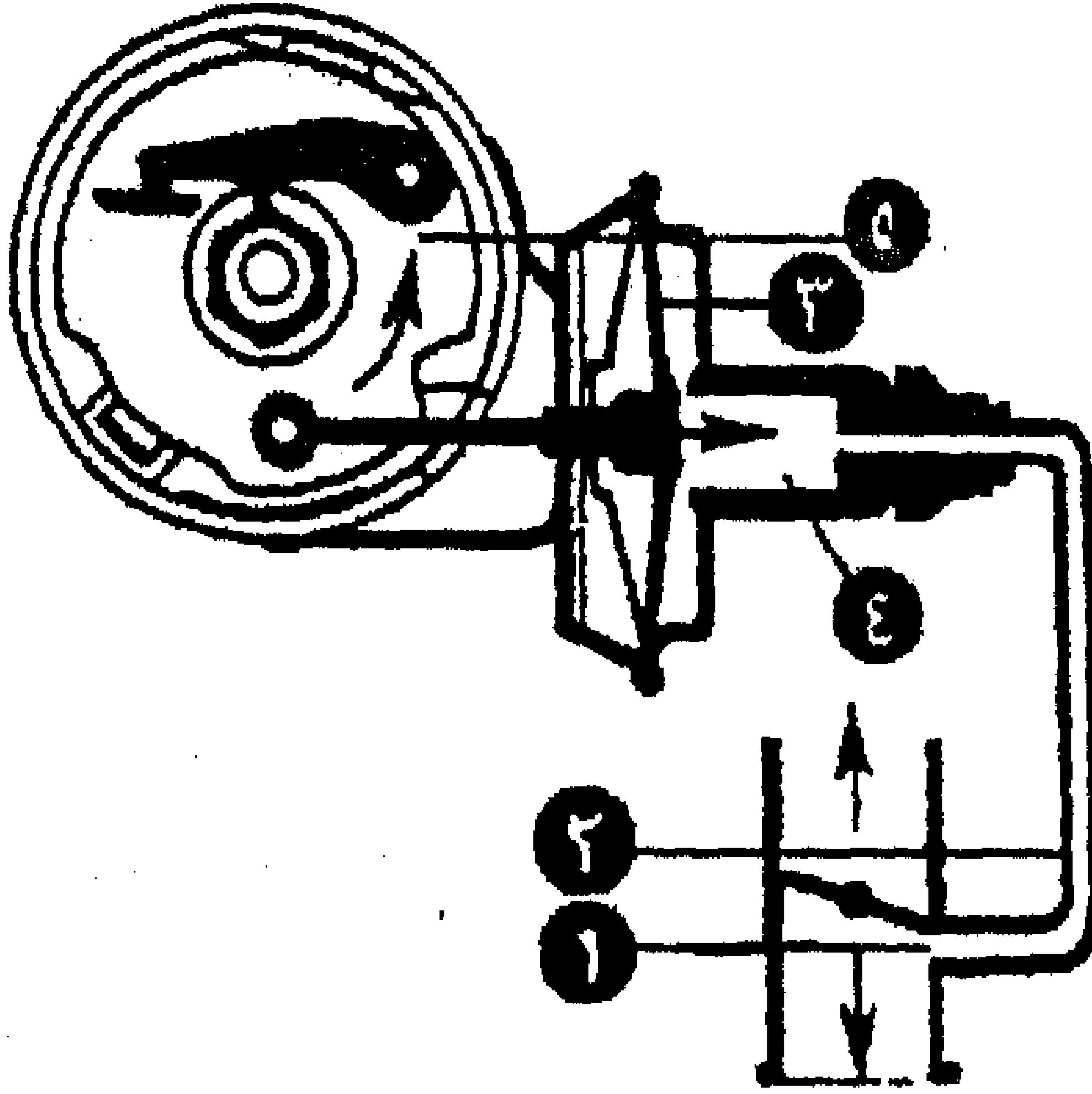
١ – عند زيادة السرعة تعمل القوة الطاردة للثقلين على دفع رافعة الكامة في اتجاه الدوران مما يؤدي إلى دفع النصف العلوي لعمود الموزع بحركة زاوية للأمام ويؤدي ذلك إلى سرعة فتح نقط التلامس وبالتالي سرعة توليد وإعطاء الشرارة . وكلما زادت السرعة زاد تقديم الشرارة تدريجياً .

٢ – عند نقص السرعة يعود الثقلين إلى وضعهما الأول ويعمل النابض على إرجاع النصف العلوي لعمود الموزع إلى وضعة الأول وهكذا.

منظم الخلخلة (منظم الحمل) :

التركيب :

الشكل يوضح منظم الخلخلة والأجزاء



١- وصلة المغذى .

٢- خط الضغط المنخفض .

٣- رق .

٤- ياى ضاغط .

قرص قاطع تلامس .

طريقة العمل :

عند دوران المحرك تنتقل الخلخلة إلي المنظم عن طريق الأنبوب وكلما قل الحمل زادت الخلخلة وبالتالي يقل الضغط في غرفة المنظم وحيث أن السطح الآخر للغشاء المرن معرض للضغط الجوي يندفع الغشاء بفرق الضغطين ويجذب معه قضيب الشد ولوحة قاطع التلامس فتحركها في عكس اتجاه دوران الكامة ويؤدي ذلك إلى تقابل بروز الريشة المتحركة لقاطع التلامس مع ركن الكامة في وقت مبكر مما يؤدي إلى توليد شرارة مبكرة أي تقديم الشرارة .ويعمل النابض على إعادة الغشاء ولوحة قاطع التلامس إلى وضعهما الأول أما عند زيادة الحمل فيحدث العكس ويتم تقليل مقدار التقديم (اتجاه إلى التأخير) .

الباب الثاني

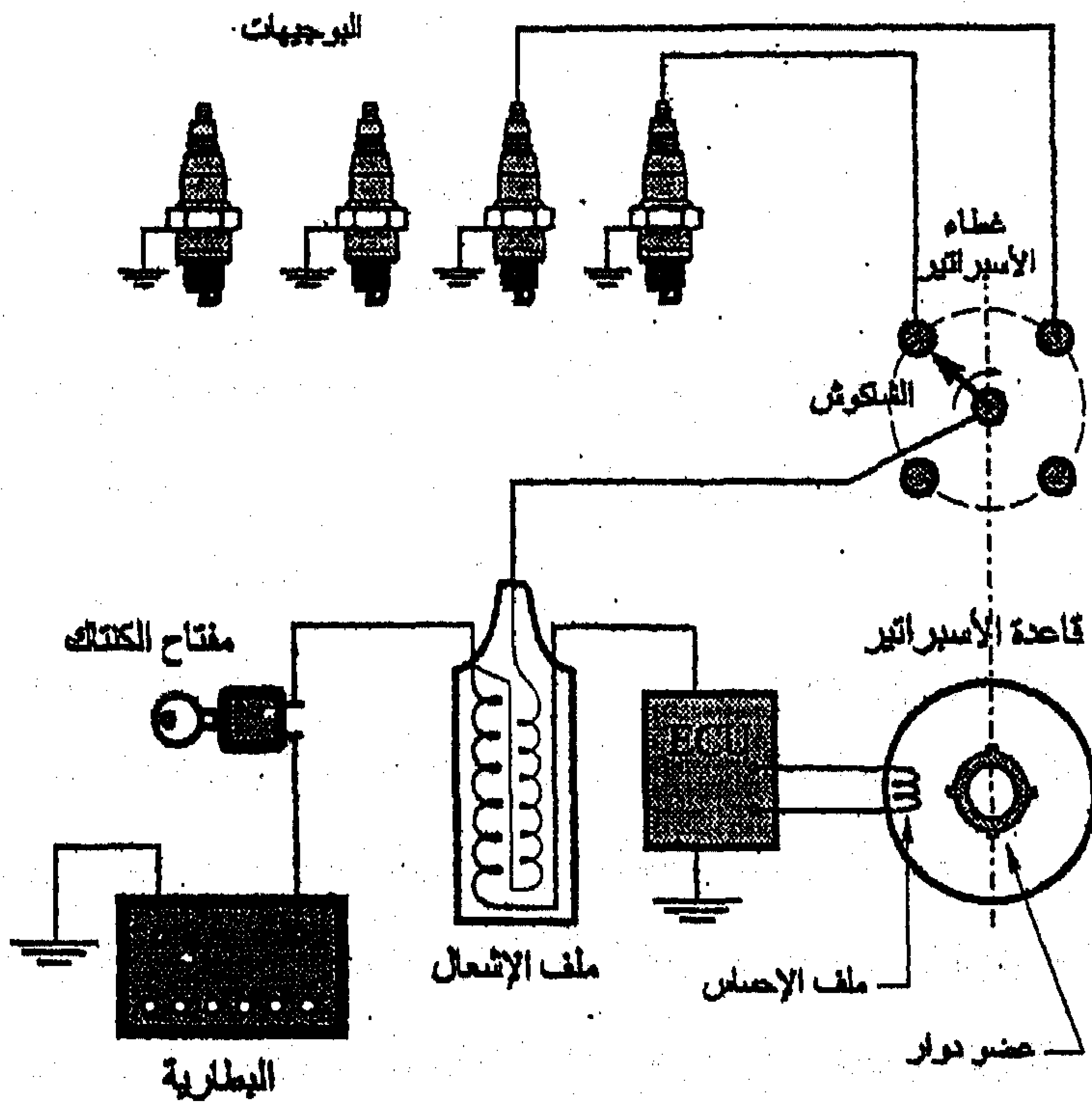
دوائر الإشعال الإلكتروني

مزايا الإشعال الإلكتروني :

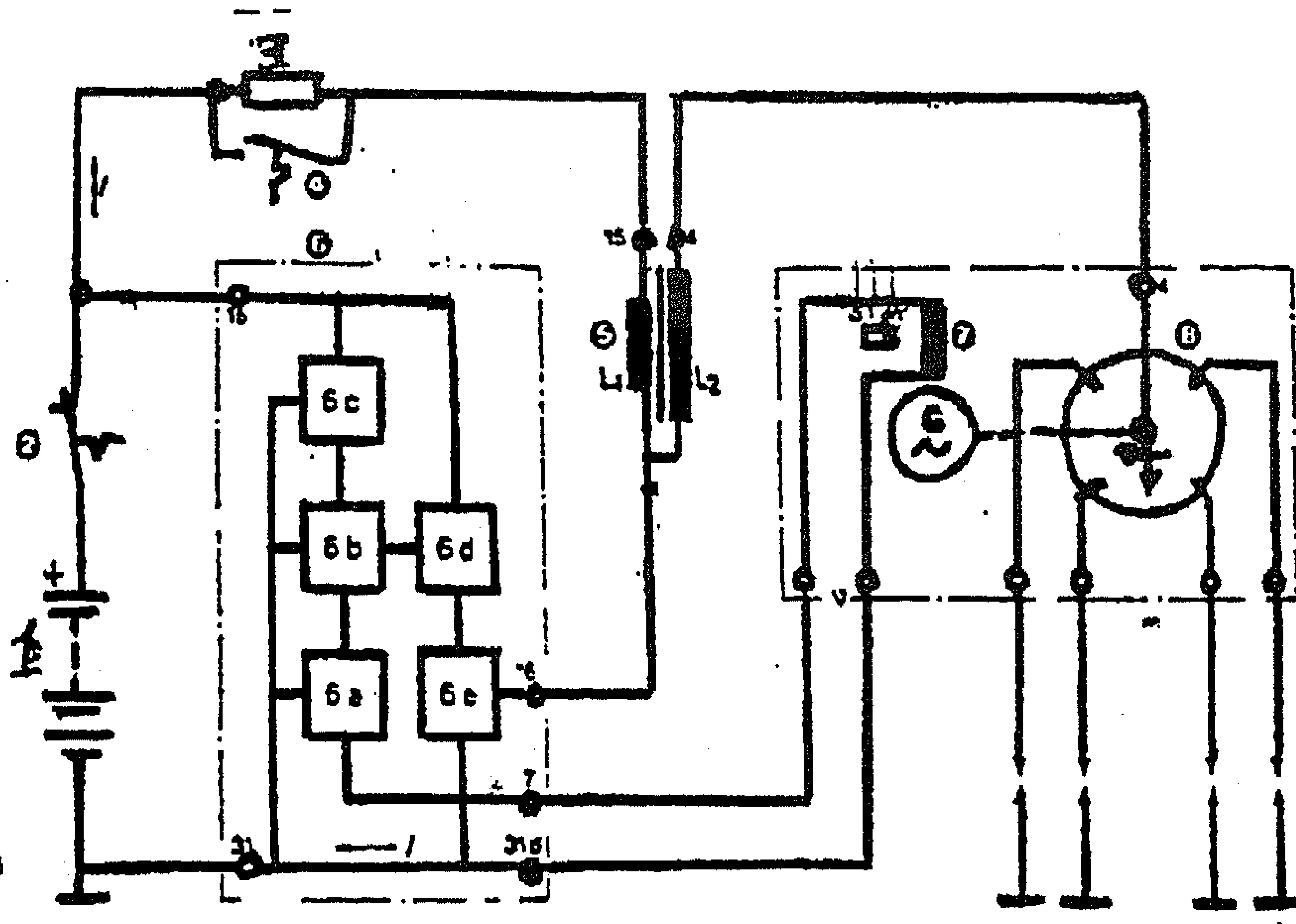
١- احتراق جيد للشحنة
٢ - ضبط التوقيت بدقة عالية
٣- الحصول علي شرارة قوية جداً
٤- الحد من تلوث البيئة
٥- تقليل استهلاك الوقود
٦- التخلص من قاطع التيار ومتاعبه .
٧- الصيانه قليلة جداً

دائرة الإشعال الإلكتروني ذات مولد النبضة حثي:

يوضح الشكل مخطط انشائي لدائرة إشعال إلكتروني ذو مولد نبضة مبيناً عليها اسماء الأجزاء :



يوضح الشكل مخطط لدائرة إشعال إلكتروني ذو مولد نبــضة حثــي حيــث تتركب من الأجزاء الآتية:



التركيب :

١ – بطارية ٢ – مفتاح الإشعال ٣ – مقاومة موازنة

٤ – مفتاح جهد ٥ – ملف الإشعال ٦ – صندوق تحكم

6a دائرة تشكيل النبضة 6b دائرة ضبط زاوية السكون

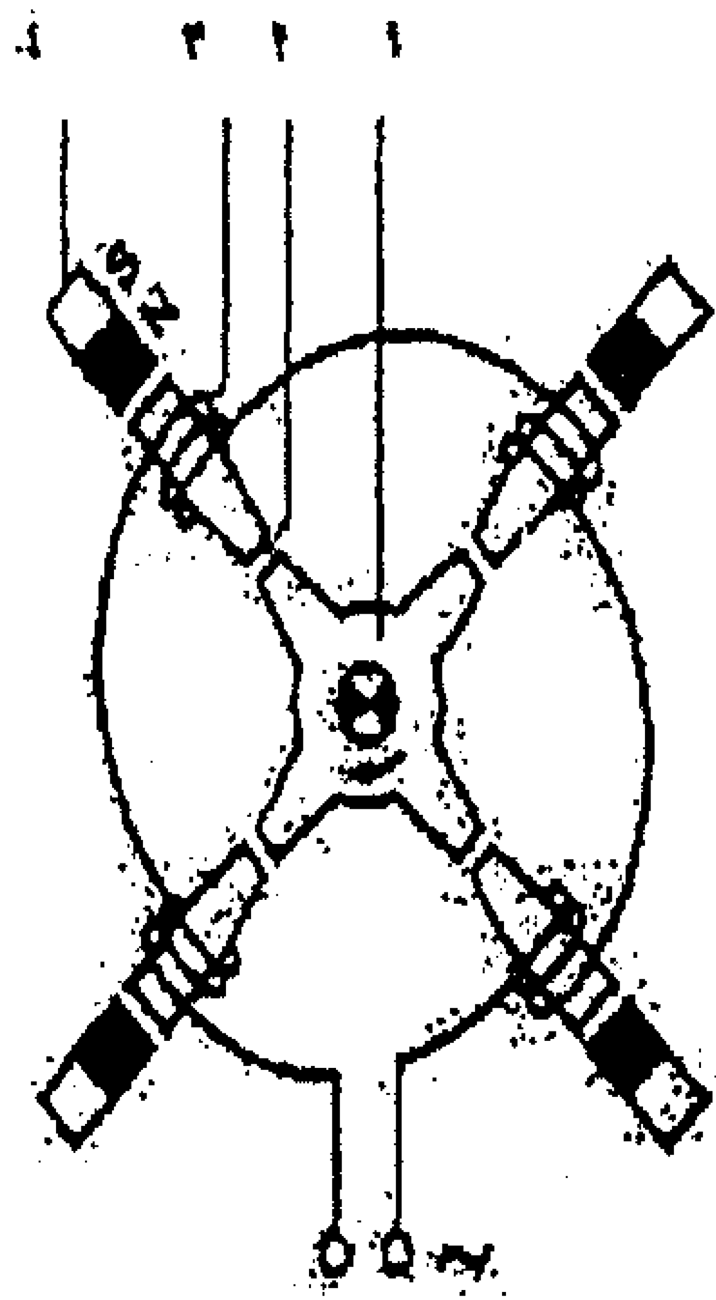
6c مثبت للجهد 6d دائرة التحفيز

6e مكبر دار لنجتون ومرحلة الخرج

٧ – مولد نبضة حثي ٨ – موزع الإشعال

يعمل مولد النبضة (الملف الحساس) على توليد نبضة مترددة وذلك عن طريق دائرة الكترونية خاصة لإعادة تشكيل النبضة لتناسب متطلبات التحكم فــي الإشــعال وهيّ الدائرة (6a) بينما تعمل الدائرة (6b) على ضبط زمن زاوية السكون حسب حالة المحرك من السرعة والحمل بينما تعمل الدائرة (6c) على تثبيــت جهــد

الدائرة أما الدائرة (6d) فتمثل دائرة التحفيز للتيار والدائرة (6e) فتمثل مرحلة الخرج التي تشتمل على مكبر دار لنجتون للتحكم في التيار الابتدائي وتكبير التيار في الملف الابتدائي .



تركيب وطريقة عمل مولد النبضة الحثي:

التركيب كما بالشكل:

١ – العضو الدوار

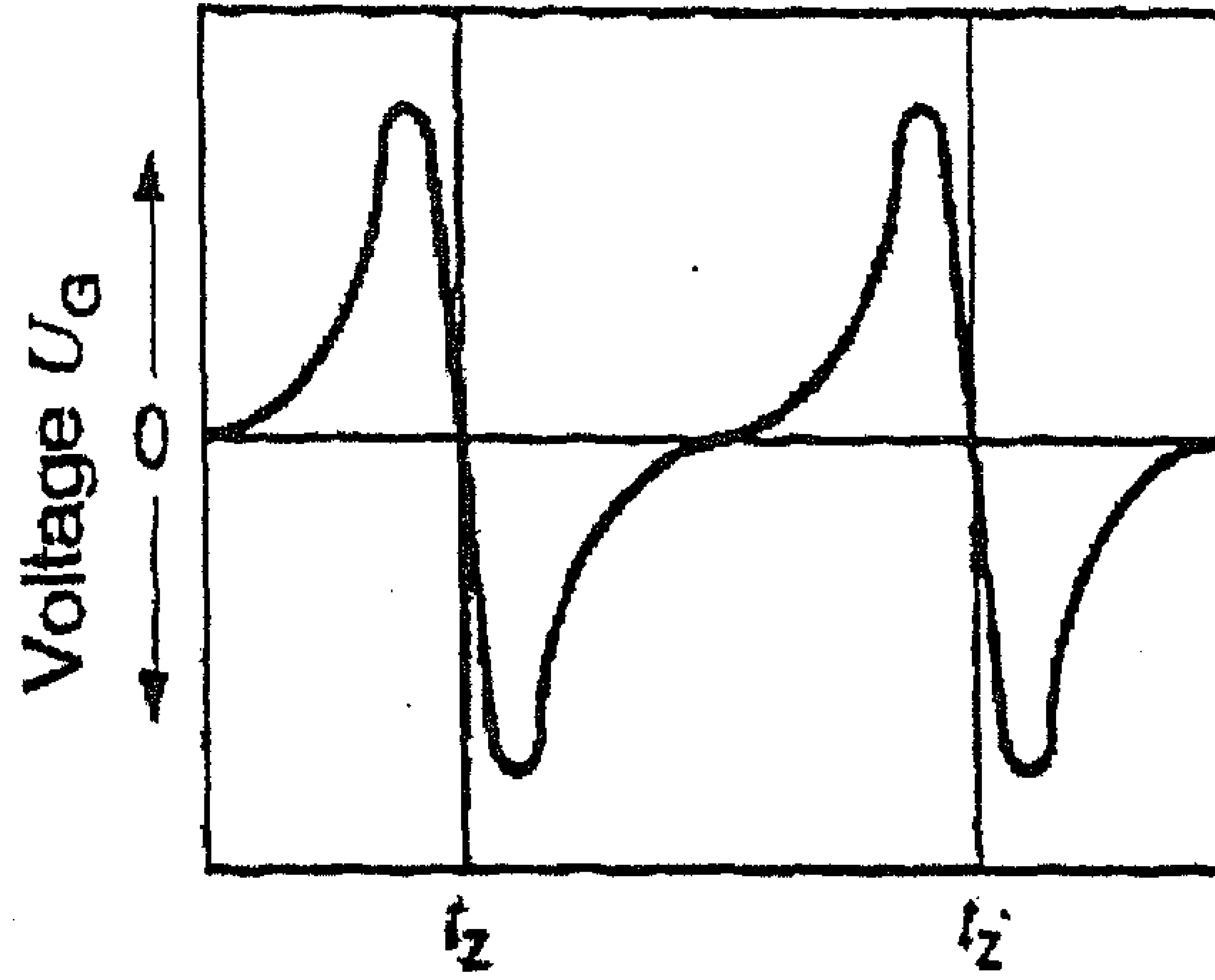
٢ – ثغرة هوائية

٣ – ملف حثي

٤ – مغناطيس دائم

طريقة العمل :

عند دوران العضو الدوار واقتراب أسنانه من الأقطاب في العضو الثابت يبدأ انتشار المجال المغناطيسي ويبدأ استنتاج الجهد في الملف الحثي بدءاً من الصفر ويزداد ببطيء ثم يرتفع بسرعة كلما اقتربت الأسنان من الأقطاب وقبل لحظة تغيير وضع الأسنان من الأقطاب من اقتراب إلى تباعد يكون الجهد المستنتج نهاية عظمى موجبة ثم يصل إلى الصفر عند ثبات الفيض المغناطيسي أي عند نقطة تقابل الأسنان مع الأقطاب ثم يتغير الجهد إلى نهاية عظمى سالبة عند تغيير اتجاه الحركة إلى تباعد بين الأسنان والأقطاب ثم يبدأ الجهد في النقصان إلى أن يصل إلى الصفر وهكذا والشكل يبين العلاقة بين الزمن والجهد الناتج من مولد النبضة الحثي.



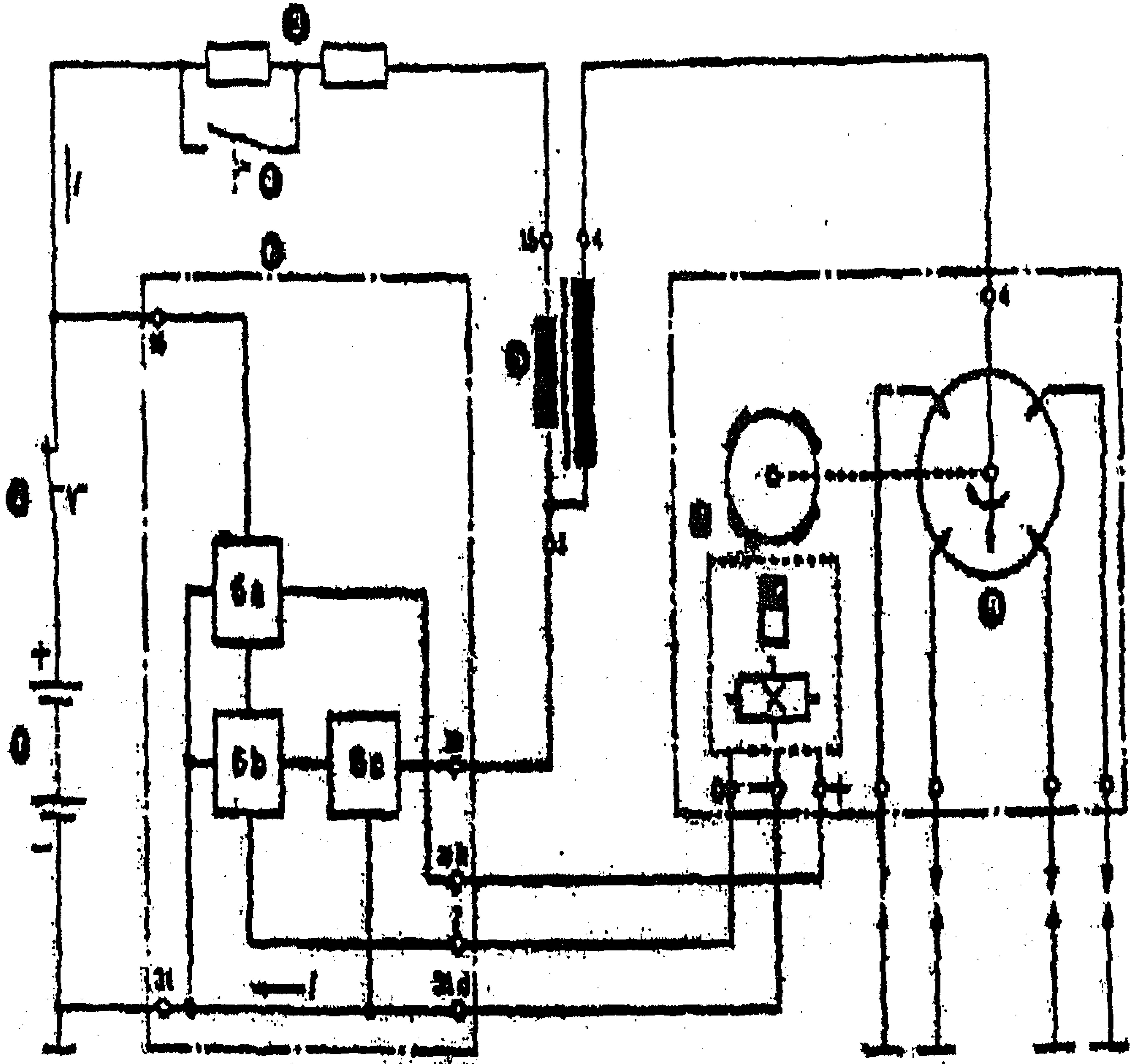
وحدة التحكم الإلكترونية :

العمليات التي تقوم بها وحدة التحكم :

تقوم وحدة التحكم الإلكترونية بمجموعة من العمليات بالترتيب حيث تستقبل الموجه القادمة من الملف الحثي ثم تقوم بتشكيل النبضة لتخرج بعدها على شكل نبضات مربعة أو مستطيلة ثم تتحكم في زاوية السكون حيث يتم التحكم في زمن مرور التيار إلى الملف الابتدائي حسب سرعة المحرك ثم تقوم بتكبير التيار المار في الملف الابتدائي.

الإشعال الإلكتروني ذو مولد هول

يبين الشكل   تركيب دائرة الإشعال ذات مولد هول.



التركيب :

١ – بطارية   ٢ – مفتاح الإشعال   ٣ – مقاومات موازنة

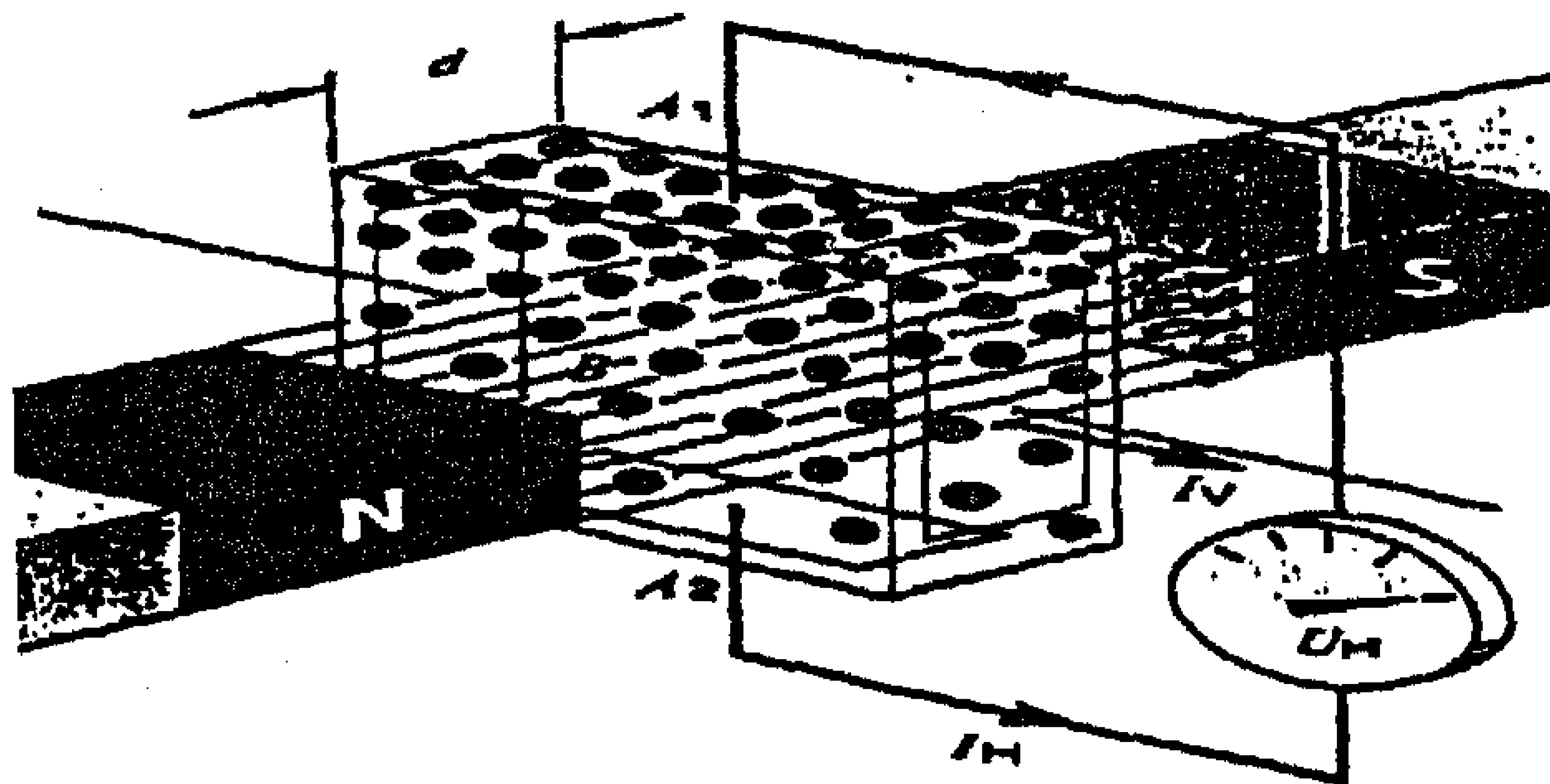
٤ – مفتاح زيادة الجهد عند الإدارة ببادئ الحركة   ٥ – ملف الإشعال

٦ – وحدة التحكم الإلكتروني التي تتكون من :   6a وحدة تثبيت الجهد

6b وحدة التشغيل   6c مكبر دار لنجتون الذي يمثل مرحلة الخرج

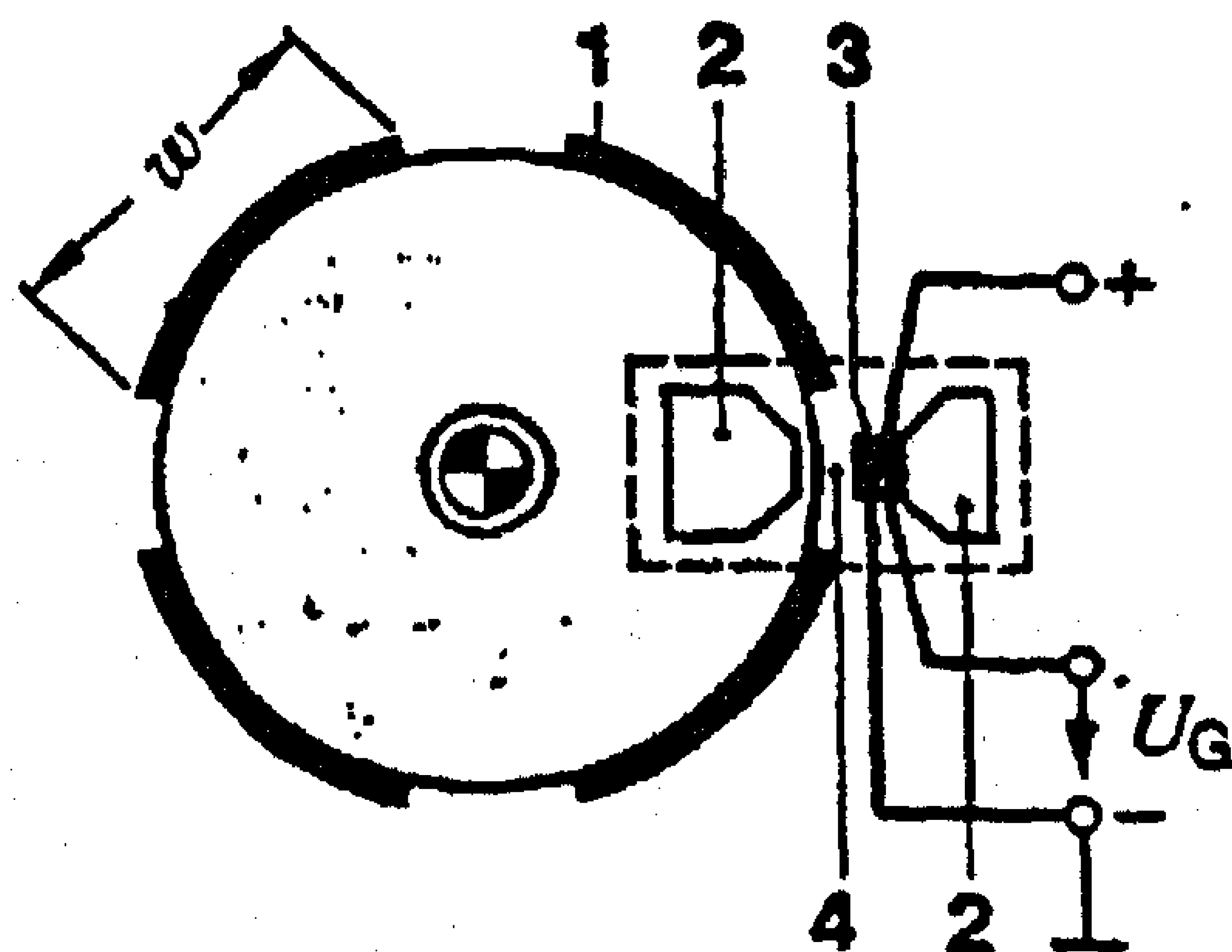
٧ – مولد هول   ٨ – الموزع

مولد هول : تعتمد علي نظرية العالم الأمريكي هول التي تنص علـــي أنـــه إذا قطع مجال مغناطيسي (B) رقيقة من شبه موصل يمر بها تيار V في اتجاه متعامد على خطوط المجال فإنه سيتولد علي الرقيقة فرق جهد كهربي (UH) في الاتجـــاه المتعامد على مستوى التيار نتيجة لذلك ، يكون هذا التيار بمثابة النبضة الكهربائية كما في الشكل



تركيب مولد هول : تقع تجهيزة مولد هول داخـل المـــوزع وتتركـــب مـــن عضوين هما العضو الثابت والعضو المتحرك ويتكون العضو الثابت من مغنـــاطيس دائم وتجهيزة هول المتكاملة (٣) والعضو المتحرك يتكون من عجلة تقطيـــع المجـــال (١) المثبتة على عمود الموزع بالإضافة إلى الثغرة الهوائية (٤) بين الـــشريحة والمغناطيس .

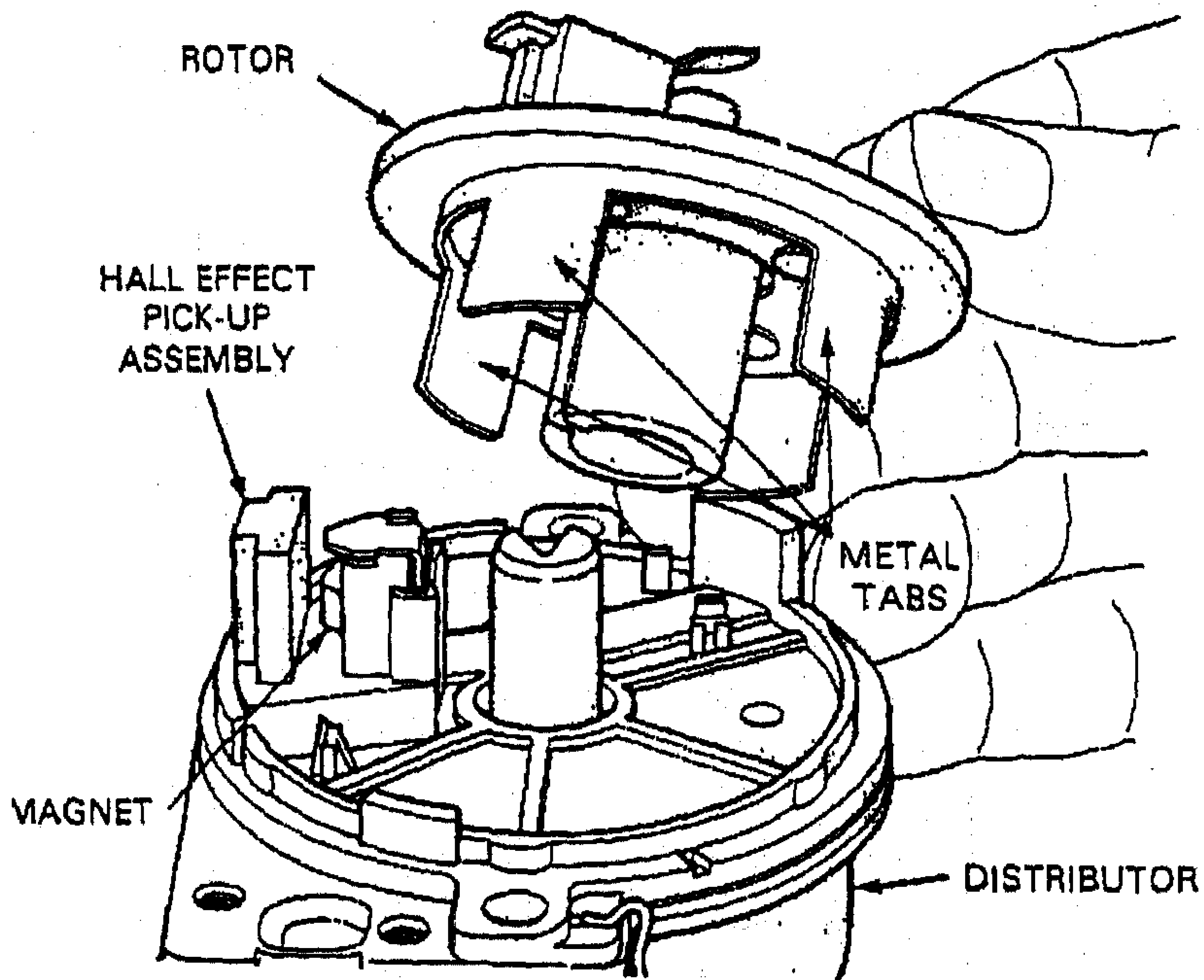
١ – عجلة تقطيع المجال
٢ – مغناطيس دائم
٣ – تجهيزة هول
٤ – الثغرة الهوائية
U_G جهد شريحة هول
W حاجب (ريشة)



تخطيطي لشريحة هول داخل الموزع

المغناطيس الدائم وشريحة هول :

فعند وجود أحد الحواجب W في الثغرة الهوائية بين المغناطيس وشريحة هول لا تتعرض الشريحة للمجال المغناطيسي مما يؤدي إلى انخفاض الجهد المستنتج إلى أقل قيمة له (صفر – ٠,٥) فولت ولا تحدث نبضة . وعندما يكون الحاجب بعيدا عن الثغرة الهوائية فيؤدي ذلك إلي مرور المجال المغناطيسي علي شريحة هول وتتعرض الشريحة إلى فيض مغناطيسي ذو كثافة كبيرة وبالتالي تستنتج النبضة الكهربية بين طرفي الشريحة حيث تعمل عن طريق وحدة التحكم علي قطع المجال الابتدائي عن الملف الابتدائي مما يؤدي إلي توليد تيار الضغط العالي في الملف الثانوي.

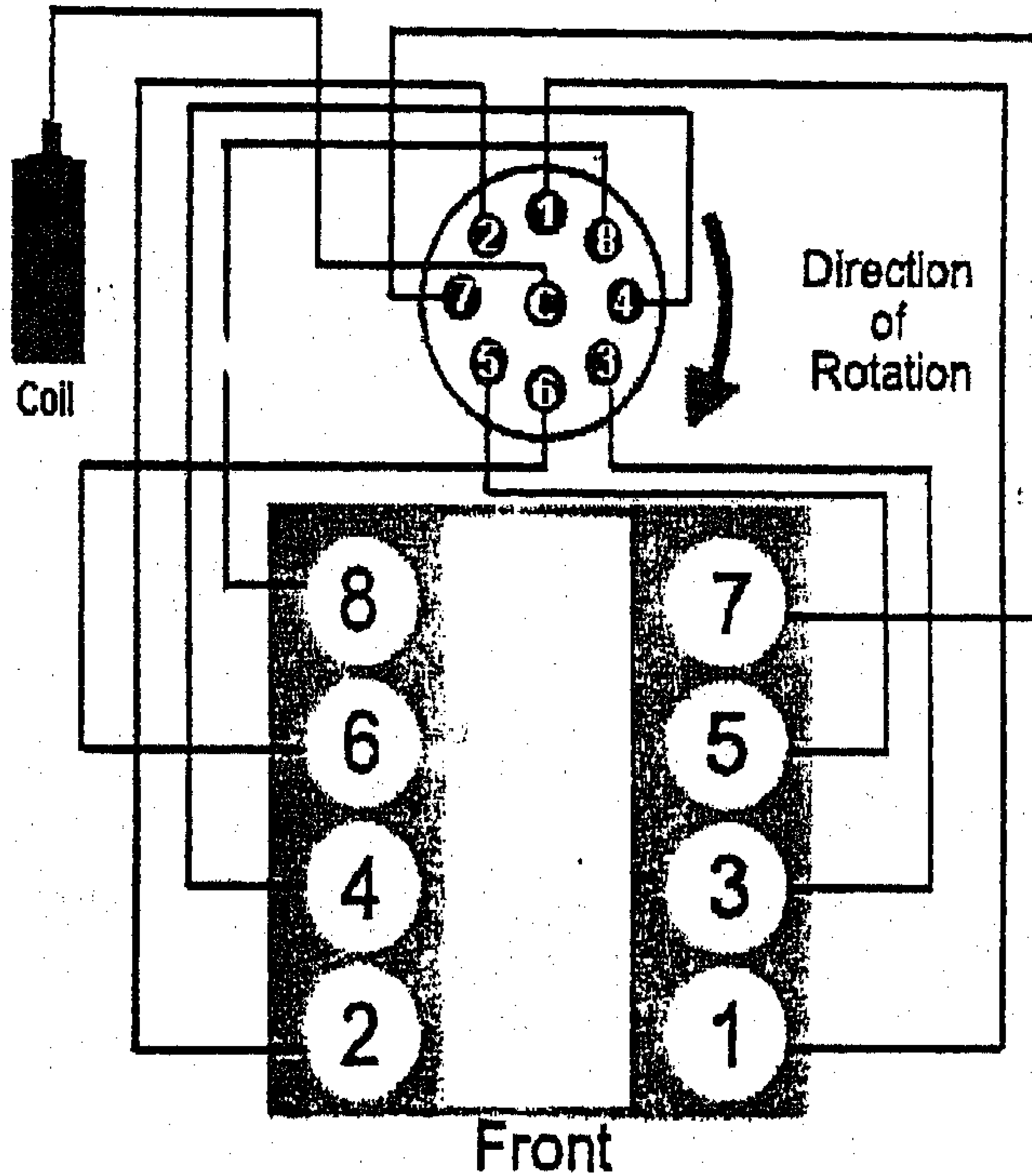


مجموعة مولد هول

الإشعال الإلكتروني بدون موزع

فكرة عمل هذا النظام بسيطة وتعتمد على توليد شرارة جهد عالى عند طرفى بوجيهين فى نفس الوقت. تنطلق الشرارتين عندم تكون إحدي الاسطوانتين فى شوط العادم Exhaust stoke وبذلك تكون غير ذي أهمية ولا تحدث أى تاثير، حيث أنه لا يوجد بنزين للاحتراق فى هذه الظروف (أى قرب نهاية شوط العادنم) .

فى نفس التوقيت تكون الاسطوانة الأخري قـرب نهايـة شـوط الانـضغاط Compression stroke تكون الشحنة (بخار البنزين والهواء) مهيأة للاحتراق هذه الشرارة تكون هى الشرارة المؤثرة والتى تحدث إشعال الشحنة. فى هذا النظام ينقـسم الملف الابتدائي إلى قسمين متساويين كما هو موضح فى الشكل يغذي كل منهما وحدة تحكم ECU منفصلة تأخذ إشارة تشغيلها مباشرة من عضو حساس Sensor مثبـت على عمود الكر

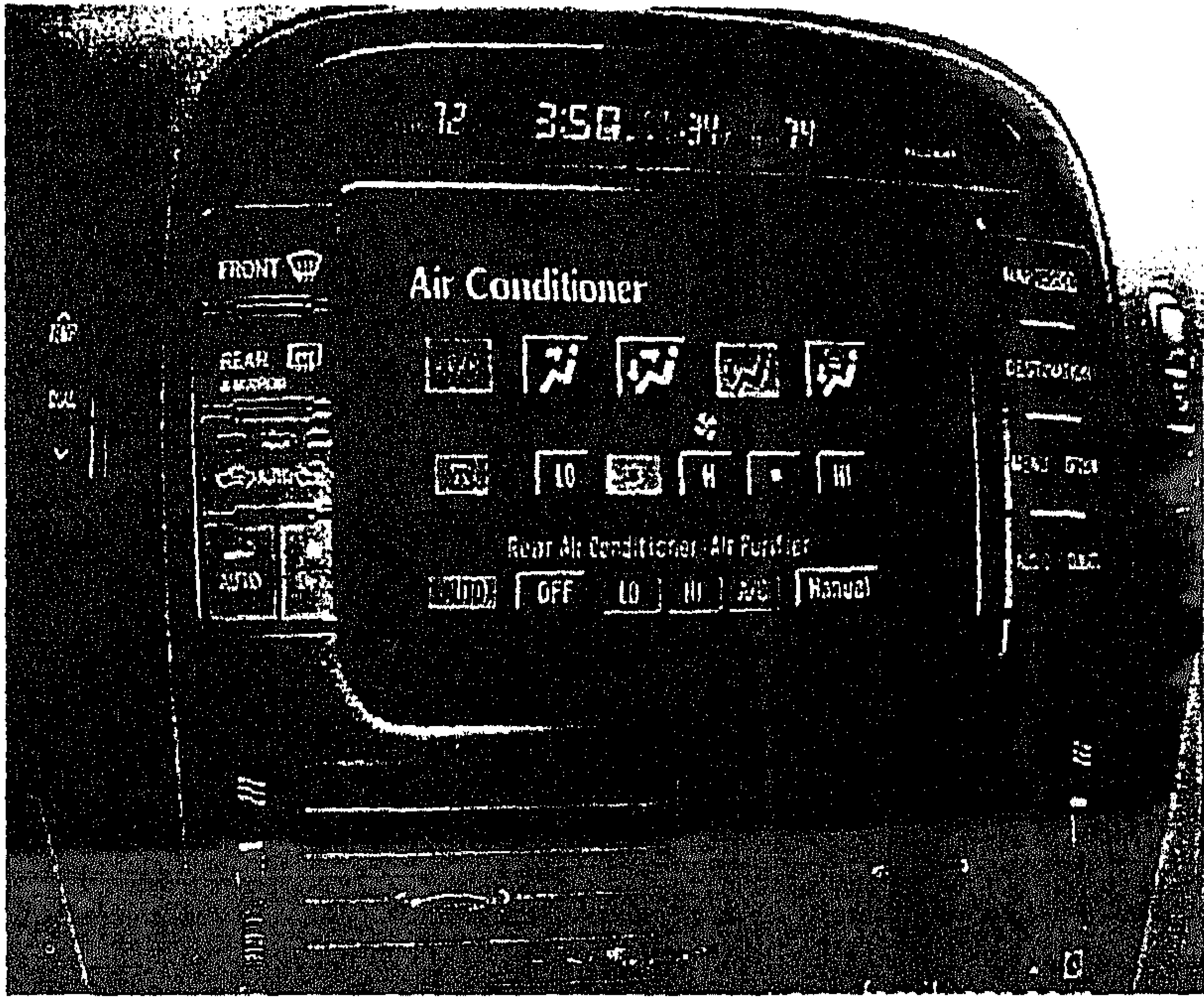


شكل (   ) نظام إشعال الكتروني بدون موزع – اسبراتير

عند مرور التيار الابتدائي على سبيل المثال فى الجزء العلوى مـــن الملـــف الابتدائي ينشأ حث مغناطيسي فى القلب الحديدي بحيث تتولد شحنه ضغط عالى (عند انهيار هذا الحث) ذات قطبية تسمح للإلكترونات بالمرور من الطرف العلوي للملـــف الثانوي إلى البوجيه رقم ٣ ثم إلى الأرضي، وفى نفس الوقت تمر هذه الإلكترونـــات من الأرضي إلى القطب المركزي للبوجيه رقم ٢ حيث تحدث الشرارة فى الشمعتين .

أى أن الشرارة تحدث فى نفس الوقت عند طرف البوجيهـــات ٣ ، ٢ ولكنهـــا تكون فى أحدهما مؤثرة وتتسبب فى إشعال الشحنة قرب نهاية شوط الانضغاط، بينما تكون فى الاسطوانة الأخري غير ذي أهمية حيث تحدث خلال شوط العادم فى نصف اللفة التالية لعمود الكرنك تكون المكابس داخل الاسطوانات ٤ ، ١ متحركة إلى أعلى، ولكن أحدهما يكون فى شوط الانضغاط بينما يكون الآخر فى شوط العـــادم. وبـــذلك تكون الشرارة مؤثرة فقط فى أحدهما بينما تكون غير ذي أهمية فى الاسطوانة الأخري باستمرار الدوران يحدث إشعال فى الاسطوانات الأخري حسب ترتيب الإشعال .

نظام تكييف الهواء

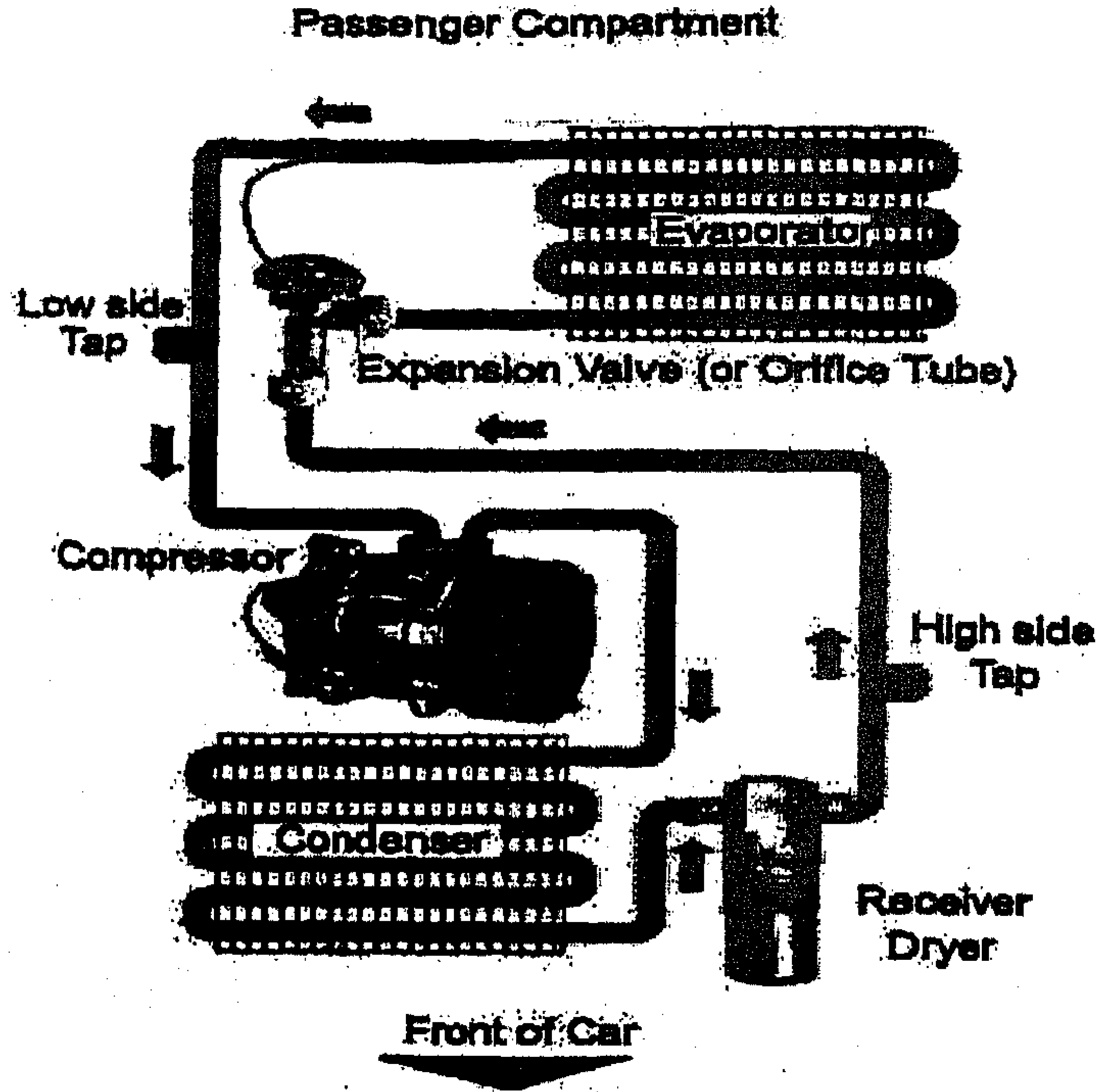


يمكن لقائد السيارة اليوم أن يستمتع بالقيادة مع الحصول على الراحة التامة كما لو كان فى بيته أو فى مكتبه بمجرد أن يضغط على زر تشغيل مكيف السيارة أو عن طريق تحريك زراع منزلق ليحول الجو العام داخل كابينة القيادة من ظروف الجو البارد أو الساخن دون الحاجة إلى معرفة كيفية عمل هذا النظام .

و قد ركب أول نظام على السيارات عام ١٩٤٠ و منذ ذلك الحين حدثت تغييرات كبيرة جداً على هذا النظام حيث أصبح التحكم فى عمل النظام و ضبط درجات الحرارة المطلوبة يتم عن طريق وحدات تعمل بالكمبيوتر .

مكونات نظام تكييف الهواء :

الشكل يوضح المكونات الرئيسية الشائعة فى منظومة تكييف الهواء و هى :



١- الضاغط Compressor ٢- المكثف Condenser

٣- المبخر Evaporator ٤- أنبوب إختناق Orifice Tube

٥- صمام التمدد الحراري Thermal Expansion Valve

٦ - الخزان (المجفف) (Receiver (Dryer)

وظيفة نظام التكييف :

١ - ينقل الحرارة من داخل السيارة إلى خارجها

٢ - العمل على تبريد حيز ركوب الأفراد وخفض حرارة الهواء المحيط

٣ - خفض نسبة الرطوبة في الهواء المحيط وتثبيت نسبتها

خواص وتركيب وسيط التبريد لأجهزة التكييف :

هي سوائل سريعة التبخر(الغليان) وتكون درجة حرارة التبخر منخفضة ومن أنواعها ما يلي :

أ – ثاني أكسيد الكربون CO_2

ب – غاز ثاني أكسيد الكبريت SO_2

جـ - غاز النشادر NH_3

د – غاز الفريون $CF_2\ CL_2$ هو أكثر الغازات استعمالا و يتمتع بالخواص التالية :

أ – عديم اللون والرائحة

ب – غير سام

جـ- غير قابل للاشتعال

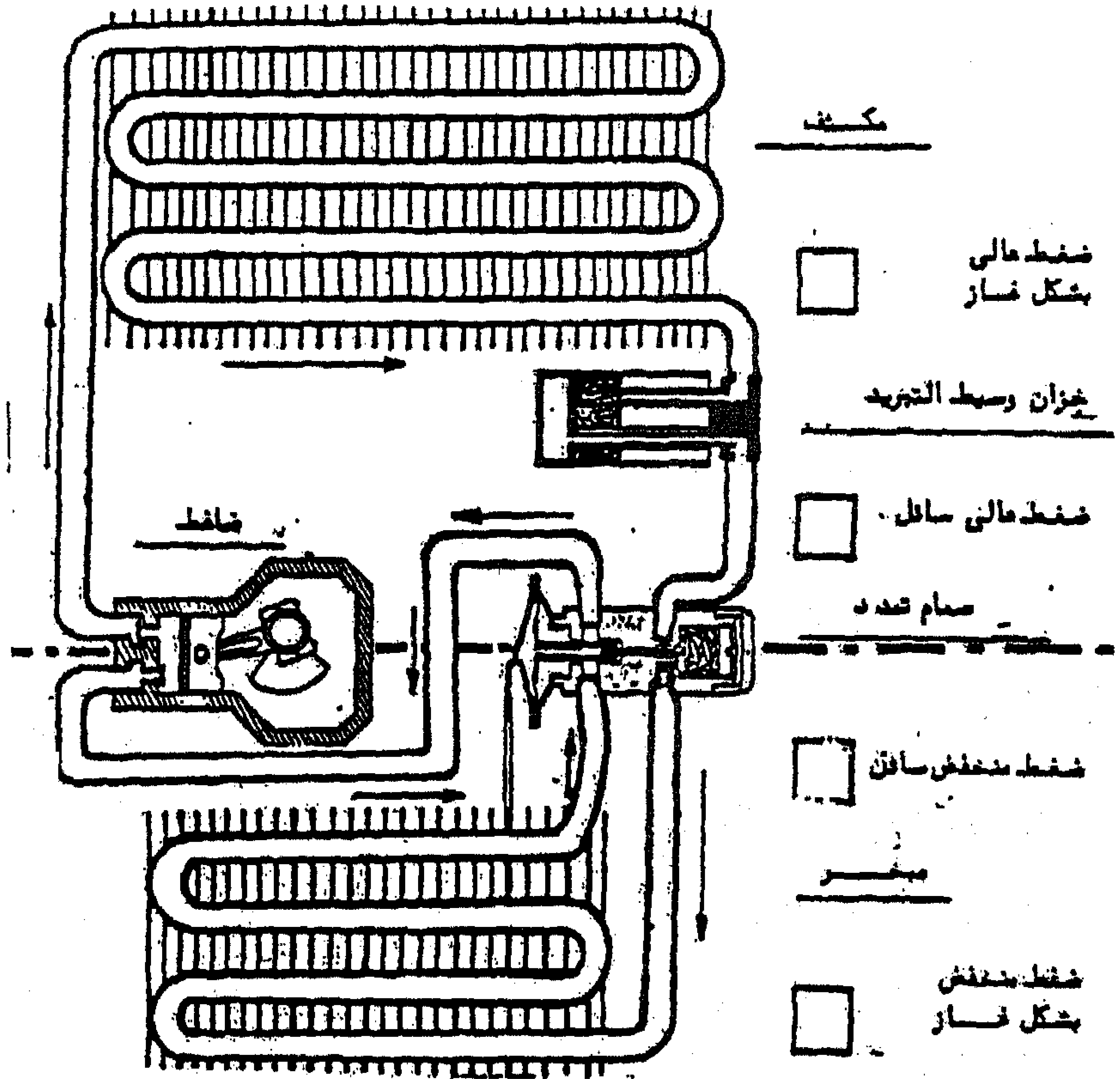
د – سريع التطاير (التبخر)

إجراءات الوقاية عند التعامل مع وسيط التبريد :

١. يجب أن نتخذ تدابير الوقاية الآتية :
٢. يجب لبس قفازات لليد ونظارة الوقاية للعين عند العمل التعامل مع وسيط التبريد.
٣. يجب صب ماء بارد علي الفور علي أماكن الجسم التي لامست الفريون .
٤. يجب عدم استخدام اللحام في أجزاء جهاز التكييف وكذلك المحيط التالي لهاحيث ينشأ ضغط زائد عند التسخين يمكن أن يؤدي إلي أخطار .
٥. لا يجوز حفظ اسطوانات وسيط التبريد المملوءة في مكان درجة حرارته أكثر من $45\ C^{\circ}$.
٦. لا يجوز شحن أو تفريغ وسيط التبريد في غرفة مغلقة وذلك لتفادى أخطار الاختناق .

مكونات جهاز التكييف في السيارات :

الشكل يبين المكونات والعمليات التي تتم في جهاز التكييف المستخدم في السيارات :



طريقة عمل المكيف :

يتم حقن وسيط التبريد ذو الضغط المرتفع القادم من المكثف في المبخر عن طريق صمام تمدد موضوع قبل المبخر مباشرة وينخفض الضغط عند دخوله إلي المبخر مما يؤدي إلي انخفاض درجة حرارته ومن ثم سحب الحرارة من الحيز المحيط به. ويقوم صمام التمدد بحقن كمية معينة من سائل التبريد في المبخر . ويتم التحكم في صمام التمدد عن طريق ثرموستات وتعتمد عملية التنظيم علي درجة حرارة

الهواء عند مخرج المبخر . كذلك يمثل صمام التمدد نقطة للفصل بين منطقة الضغط المرتفع ومنطقة الضغط المنخفض . ويقوم الضاغط بسحب بخار وسيط التبريد من المبخر ورفع ضغطه ثم يدفعه إلي المكثف ويشبه المكثف في تركيبه المشع المزود بزعانف تبريد ويتم وضعه غالبا قبل المشع في مواجهة الهواء .وتركب امامه مروحة كهربائية وبذلك يتكثف بخار وسيط التبريد إلي سائل ويخرج بعد ذلك من أسفل المكثف ويسري إلي مجفف تكون وظيفته فصل أي بقايا من الماء من وسيط التبريد ثم يدفع الي صمام التمدد وتتكرر الدورة.

عمل الأجزاء :

١ – الضاغط :

يقوم بسحب وسيط التبريد(غاز) وضغطه ثم ضخه خلال دورة التبريد .

٢– القابض الكهرومغناطيسي :

هو وسيلة نقل للحركة بين محرك السيارة وضاغط التبريد ويتكون القابض من ملف مغناطيسي وبكرة سيرو نابض قرصي ويتم التحكم في مفتاح تشغيله بواسطة حساس لدرجة الحرارة مركب عند المبخر ويقوم المفتاح باستكمال دائرة الملف المغناطيسي عند وصول درجة الحرارة إلي قيمة معينة وبالتالي ينجذب النابض القرصي في اتجاه بكرة السير ويشغل الضاغط وعندما ينقطع التيار عن الملف المغناطيسي ينفصل النابض القرصي عن بكرة السير ويتوقف الضاغط .

٣– المكثف:

يقوم بعدة وظائف :

١ – مبادل حراري للتخلص من حرارة الفريون .

٢ – يتم تحويل الفريون بداخله من غاز ذو ضغط عالي إلى سائل ذو ضغط عالي .

٤ –الفلتر / المجفف :

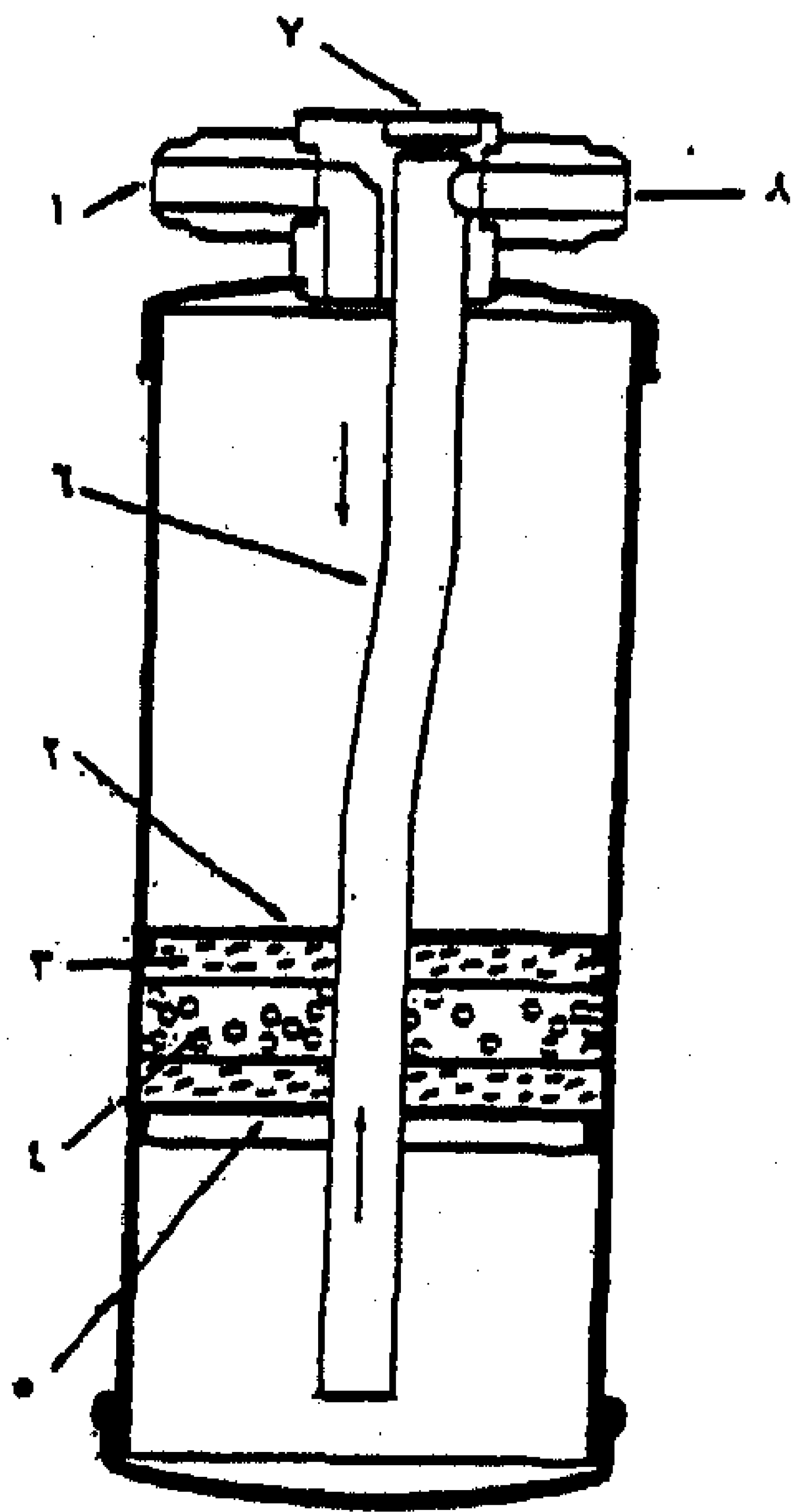
يقوم بعدة وظائف :

١ – تخزين مادة التبريد الإضافية الناتجة عن عمل نظام التكييف

٢ – تنظيف دورة مادة التبريد من الرواسب .

٣ – فصل الرطوبة الموجودة في الدورة .

ويبين الشكل مكونات (الفلتر / المجفف) وأسلوب التصفية .



١ – فتحة دخول مادة التبريد

٢ – صفيحة إحكام علوية

٣ – طوق من الألياف الزجاجية لحجز المواد الصلبة

٤ – مادة الترشيح

٥ – صفيحة إحكام سفلية

٦ – أنبوبة تدفق سائل التبريد

٧ – نافذة مراقبة

٨ – فتحة خروج سائل التبريد

٥– صمام التمدد :

يقوم بعدة وظائف :

١– يقوم بخفض ضغط مادة التبريد حتى قيمة معينة للمساعدة على تحويل المادة السائلة إلى غاز يسحبه جهاز الضاغط .

٢ – يقوم بتنظيم سريان الفريون في الدائرة.

٣ – مراقبة سريان مادة التبريد وتحديد كمية تدفقه لإعطاء أفضل أداء يسمح بتكييف الهواء.

المبخر :

يقوم بعدة وظائف :

١- يقوم الفريون ذو درجة الحرارة المنخفضة بإمتصاص الحرارة من الهواء داخل الكابينة .

٢ - يقوم بتبخير الفريون السائل ذو الضغط العالي وتحويله إلى غاز ذو ضغط منخفض .

٣ - يعمل على تكثيف وإحتجاز بخار الماء (الرطوبة) الموجودة بالهواء .

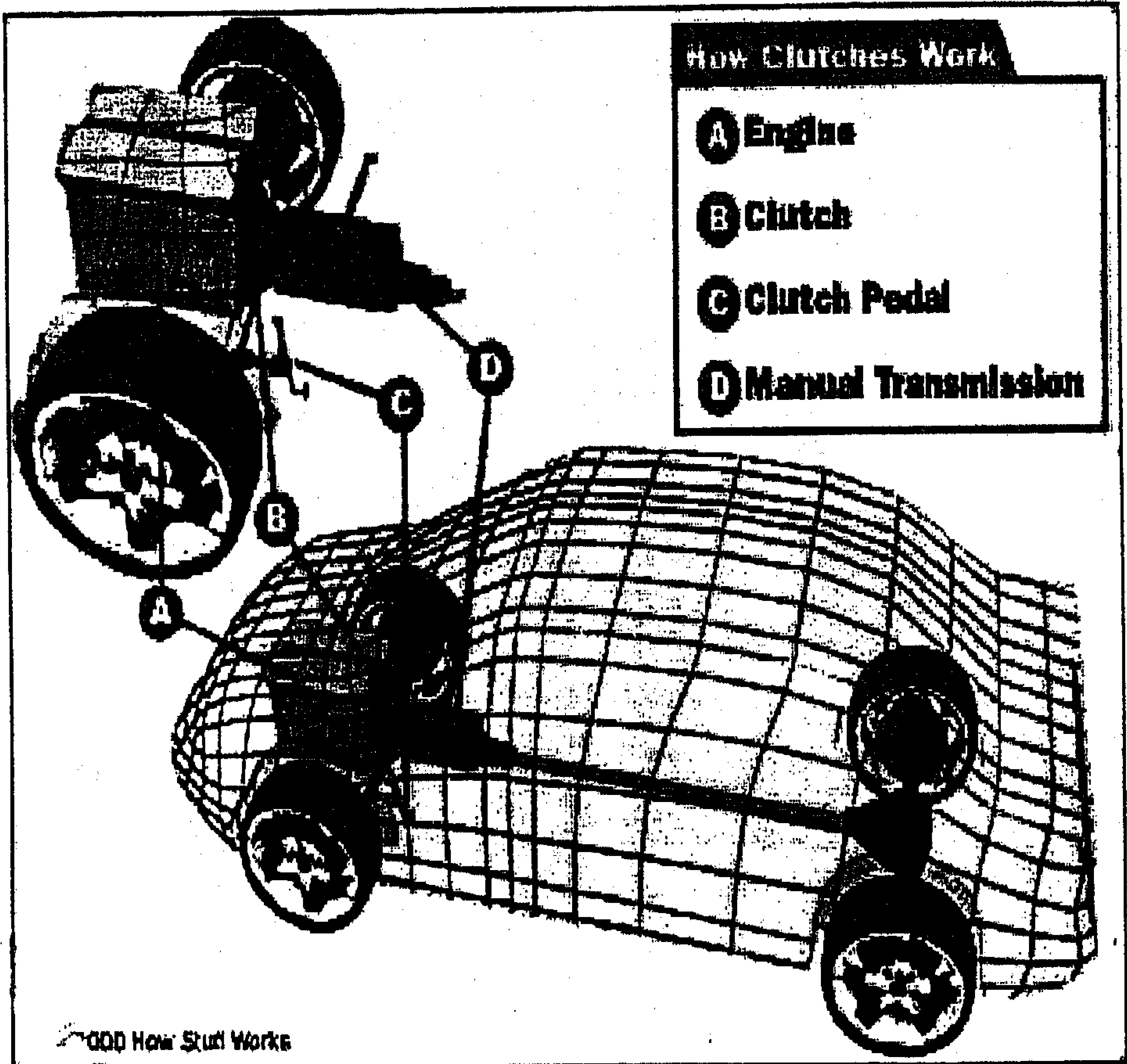
يتكون المبخر أساساً من مجموعة من المواسير الملفوفة حلزونيا لتكبير مساحة سطح المبخر وتساعد على التبادل السريع للحرارة

٦- خراطيم وسيط التبريد :

تقوم خراطيم وسيط التبريد بوصل أجزاء مجموعة التبريد بعضها ببعض وبذلك يتم تكوين دائرة مغلقة للتبريد بوصلات مرنة

القوابض Clutches:

قد تقتضي ظروف حركة السيارة التوقف لفترة زمنية قصيرة دون إيقاف عمل محرك السيارة وكذلك تتطلب عملية تغيير السرعات بواسطة صندوق السرعات فصل حركة المحرك عن أجزاء ومكونات صندوق السرعات لحظة التغيير لضمان نعومـــة إنتقال السرعة وعدم إتلاف تروس الصندوق ،لذلك كان من الضروري وجود وســـيلة لفصل حركة المحرك عن الصندوق أو وصل الحركة إلي منظومة نقل الحركة . وهذه الوسيلة هي القابض و الذي يقع دائما بين المحرك و يثبت علي الحدافه وبين صندوق السرعات لينتقل عزم المحرك من خلاله إلي عمود دخل الصندوق وهو ما يطلق عليه عمود القابض.

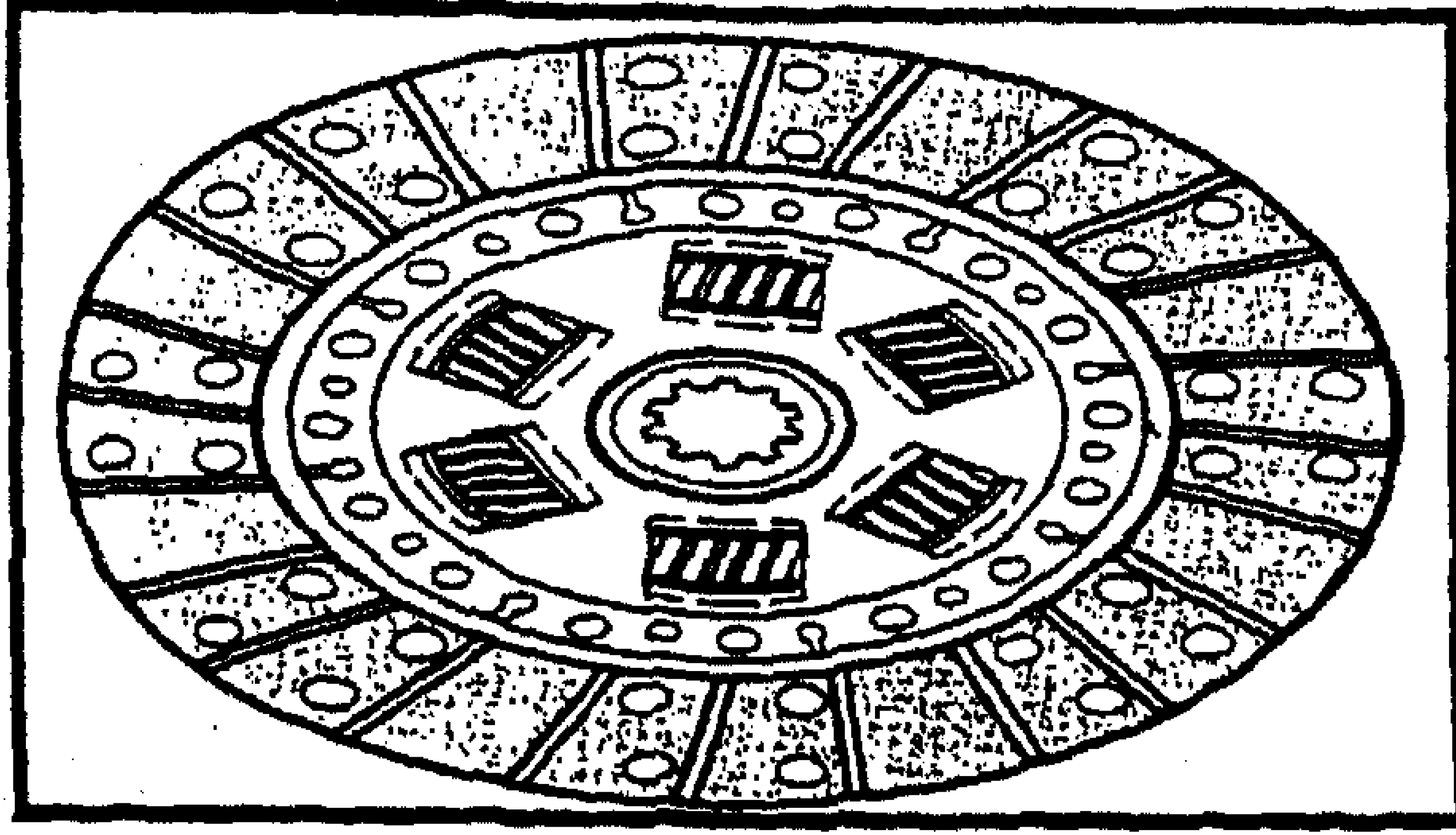


وظائف القابض :

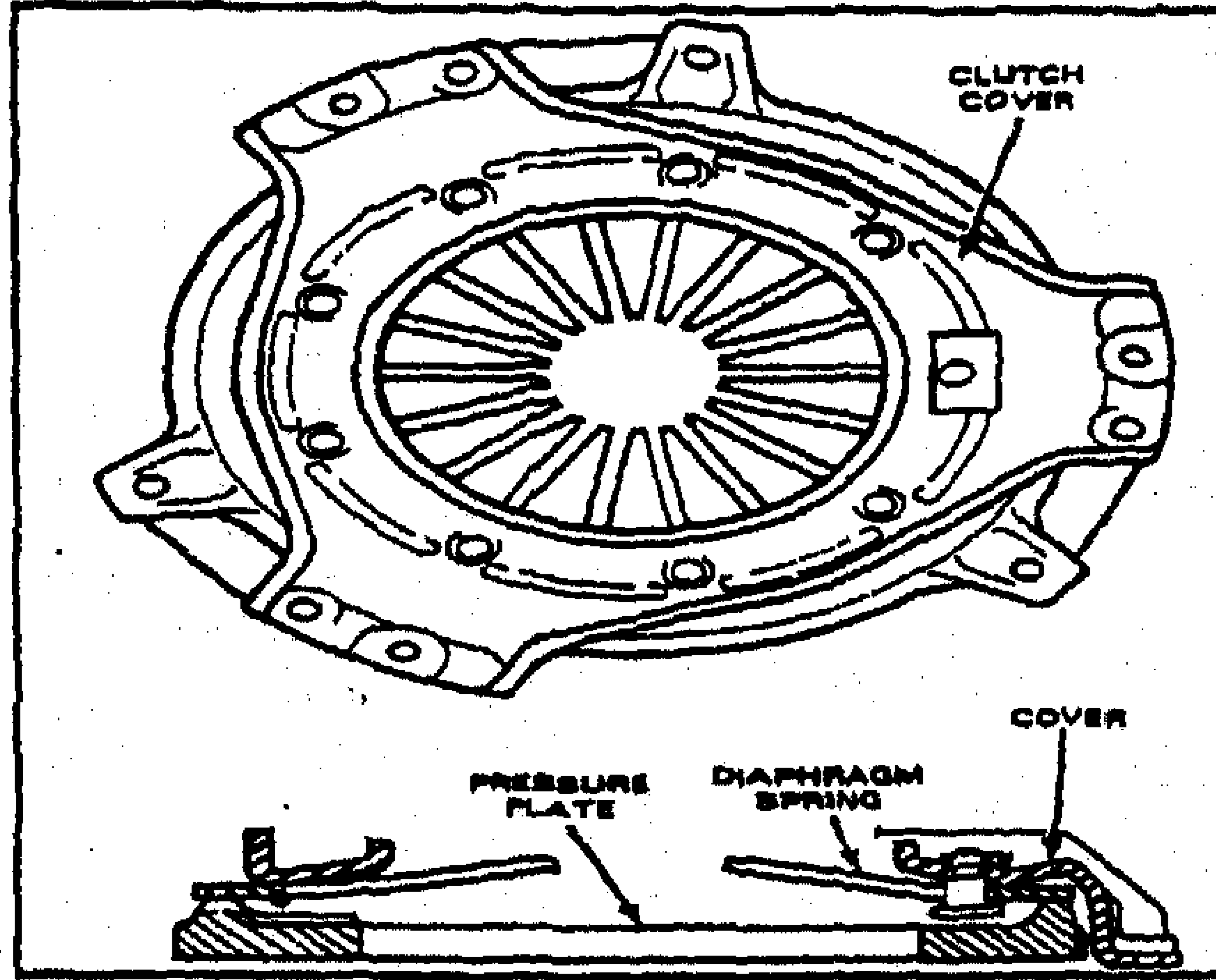
١. السماح بتشغيل المحرك عندما تكون السيارة متوقفة .

٢. نقل قدرة المحرك إلي منظومة نقل القدرة بنعومة .

٣. تسهيل عملية تغيير السرعات .



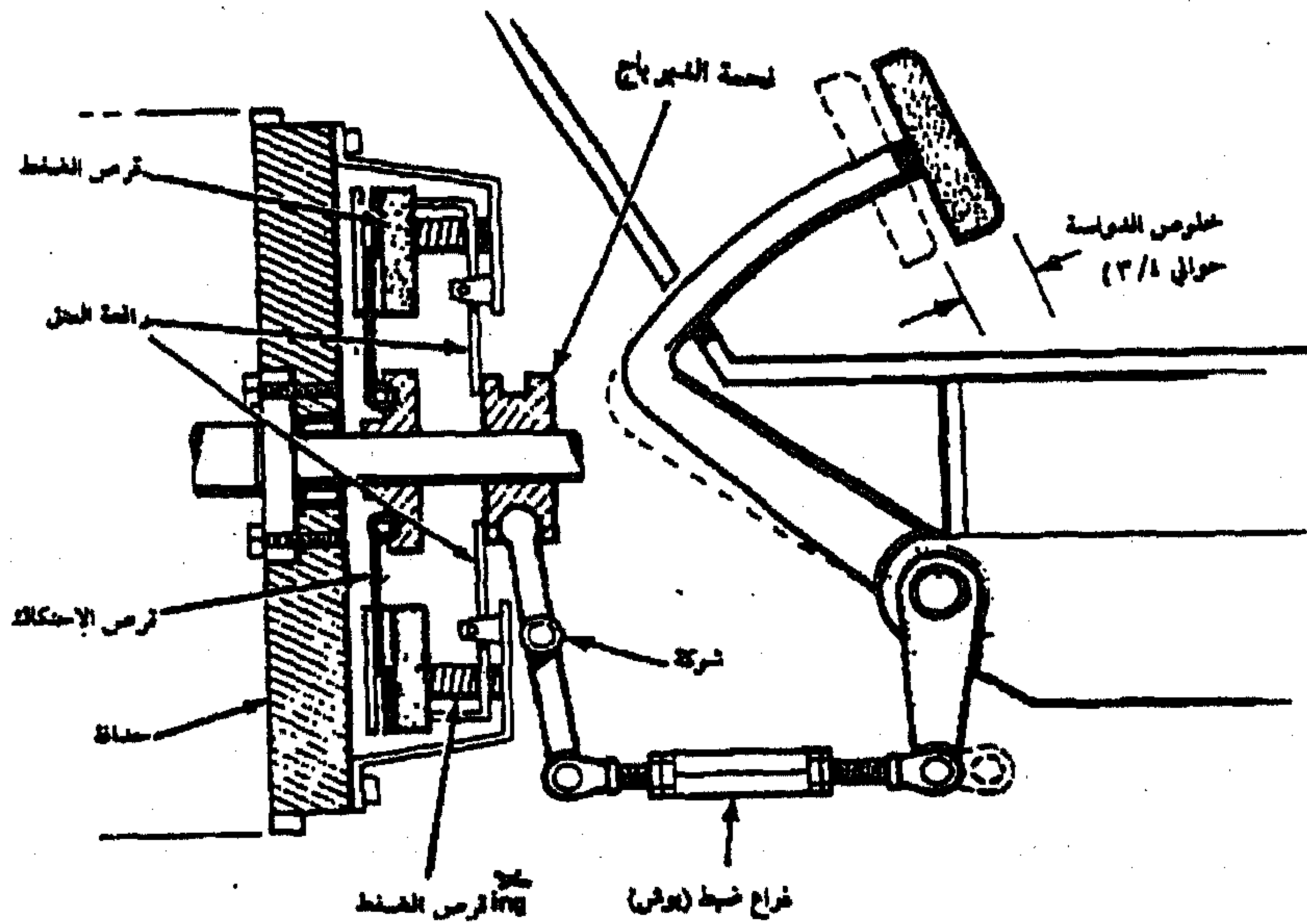
الشكل (١) يبين اسطوانة القابض (بطانة الاحتكاك)



شكل (٢) الشكل العام للوح الضغط pressure plate ويايات الفصل المرنة Diaphragm springs واتصالاتها مع الغلاف Cover .

القابض الاحتكاكي المفرد القرص :

من أشهر وأكثر الأنواع المركبة علي السيارات وهو يستخدم دائما مع السيارات التي تركب عليها صناديق التروس اليدوية والشكل يبين تخطيطي قطاع في قابض مفرد بسيط يتركب من قرص القابض Clutch plate مثبت عليه بطانةالاحتكاك friction lining حيث تضغط علي الحدافه Flywheel بواسطة قرص الضغط Pressure plate .



الشكل يبين تخطيطي قطاع فى قابض مفرد بسيط

والذي يتلقى قوة الضغط عليه بتأثير يايات القـــابض clutch spring و التـــي تستقر عند نهاياتها علي الغلاف Cover. كذلك يظهر التخطيطـــي بـــدال القـــابض clutch pedal و الذي يتحرك حول بنز Fulcrum pin ليؤثر علي كرسي الفصل Bearing لينزلق علي عمود القابض Clutch shaft كما يبين الشكل (٤) صورة حقيقية لمكونات القابض المفرد القرص .

أجزاء الدبرياج

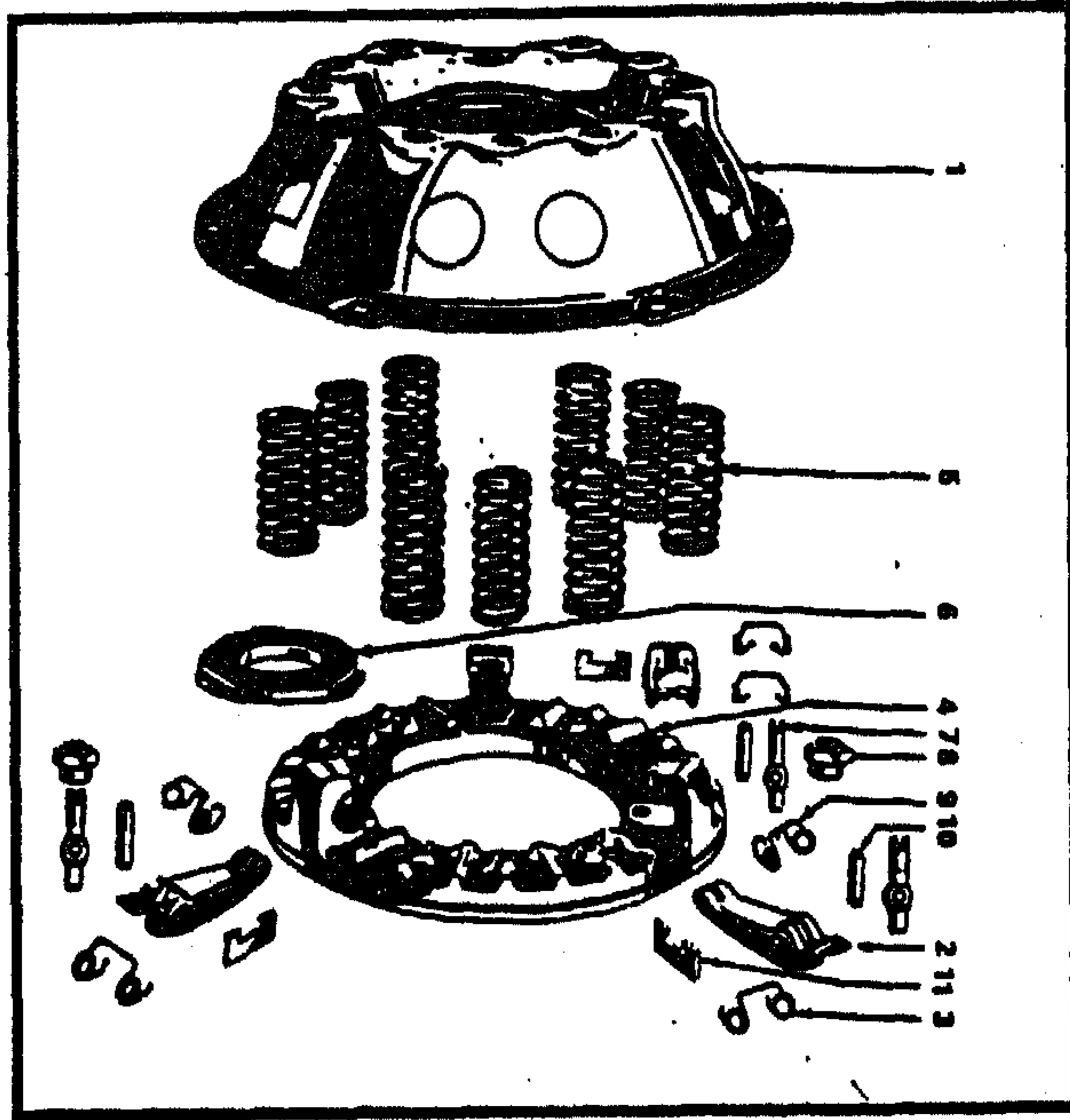
١ ـ الحدافة
٢ ـ قرص الاحتكاك
٣ ـ قرص الضغط
٤ ـ النوابض

الشكل يبين صورة حقيقية لمكونات القابض المفرد القرص

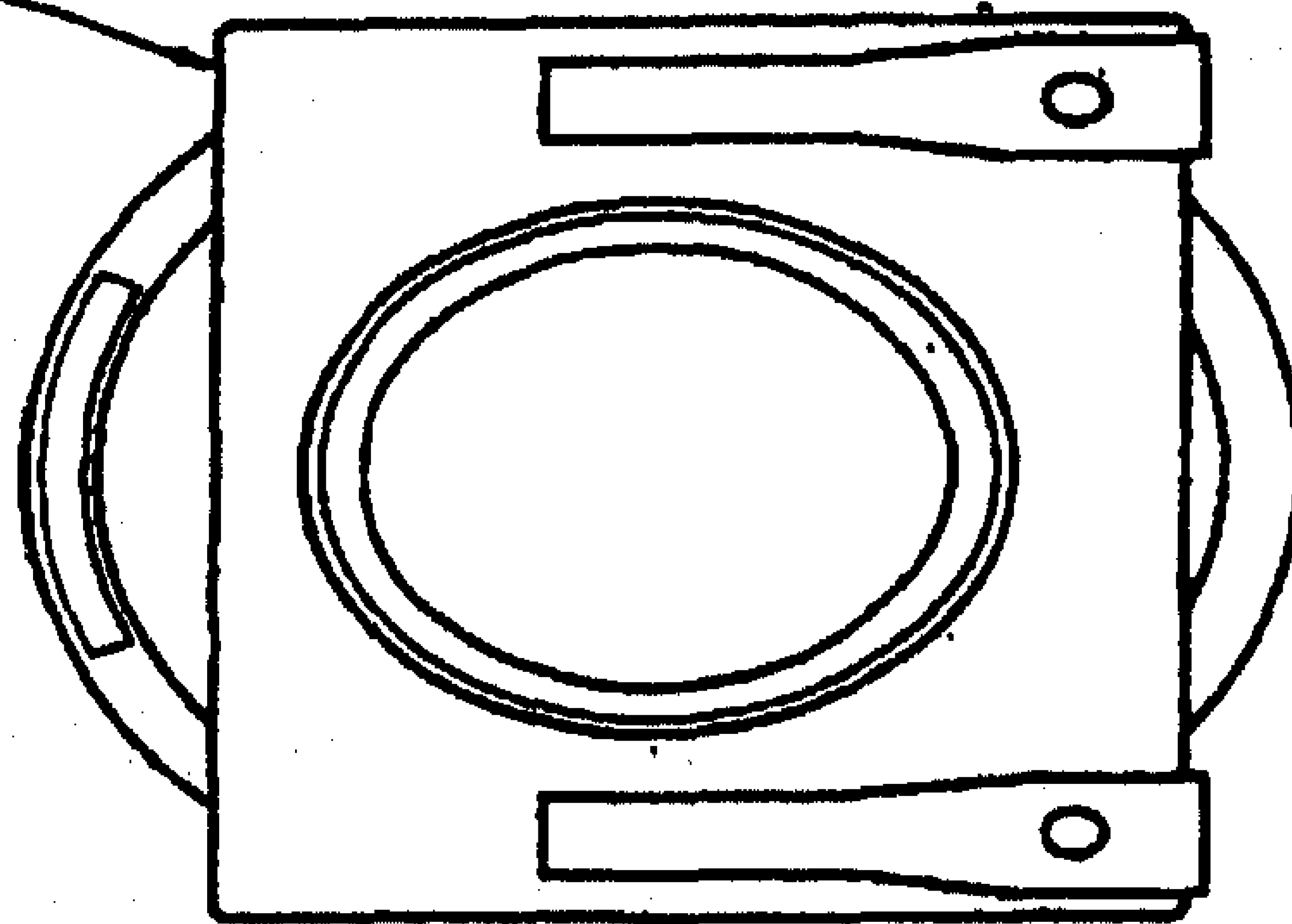
ويصنع قرص القابض من شرائح دائرية من الصلب و يثبت عليه بطانتي احتكاك علي كل وجه من أوجهه بواسطة مسامير برشام غاطسة و تصنع بطانة الاحتكاك من ألياف أو حبيبات من الكربون و النحاس ومواد رابطة (فيونيلك) ومواد محسنة للخواص وقد بطل استخدام الاسبستوس في صنع البطانة لتأثيره الضار علي البيئة. ولضمان عدم التواء أو تلف أجزاء القابض فقد زود بيايات التواء توزع حول صرة الاسطوانة بطريقة قطرية حيث تعمل هذه اليايات علي امتصاص الطاقة الالتوائية الناتجة عند بداية توصيل الحركة .

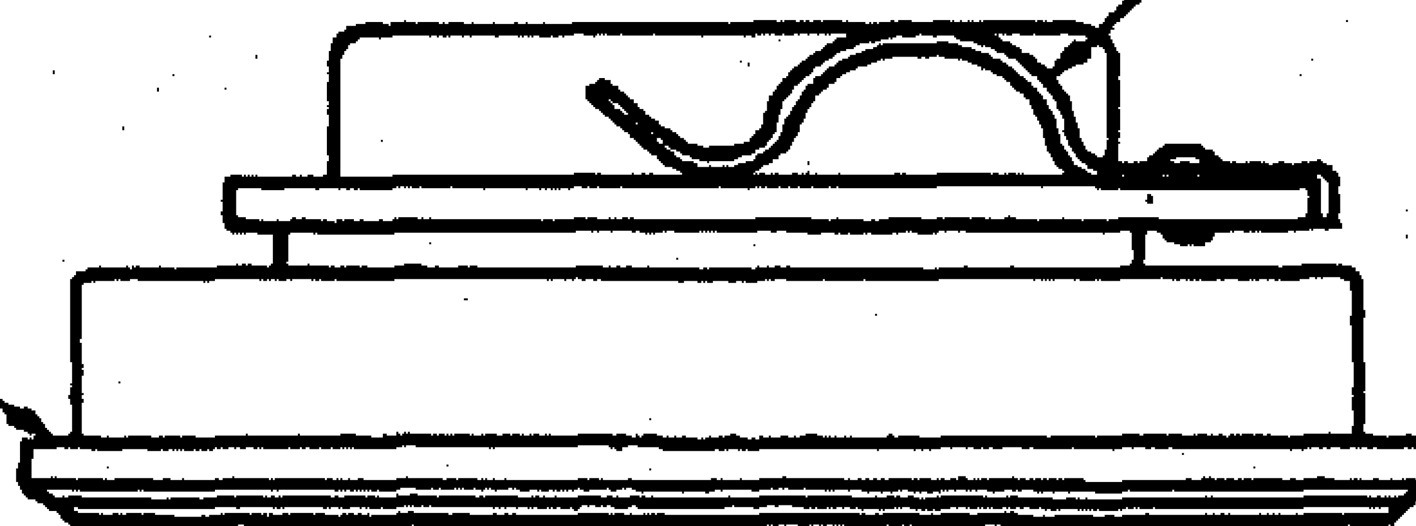
أما قرص الضغط فيصنع في الغالب من حديد الزهر وله وجه مسطح مصقول تركب أمامه دائما اسطوانه القابض بحيث يصبح أحد أوجه الاسطوانه في تجاه قرص الضغط وسطح الاسطوانه الآخر في اتجاه سطح الحدافة .

كذلك فإن يايات الضغط قد تكون علي شكل قرص اشعاعي مرن كما في الشكل السابق أو تكون يايات حلزونية تركب بين الغلاف وبين قرص الضغط كما بالشكل.



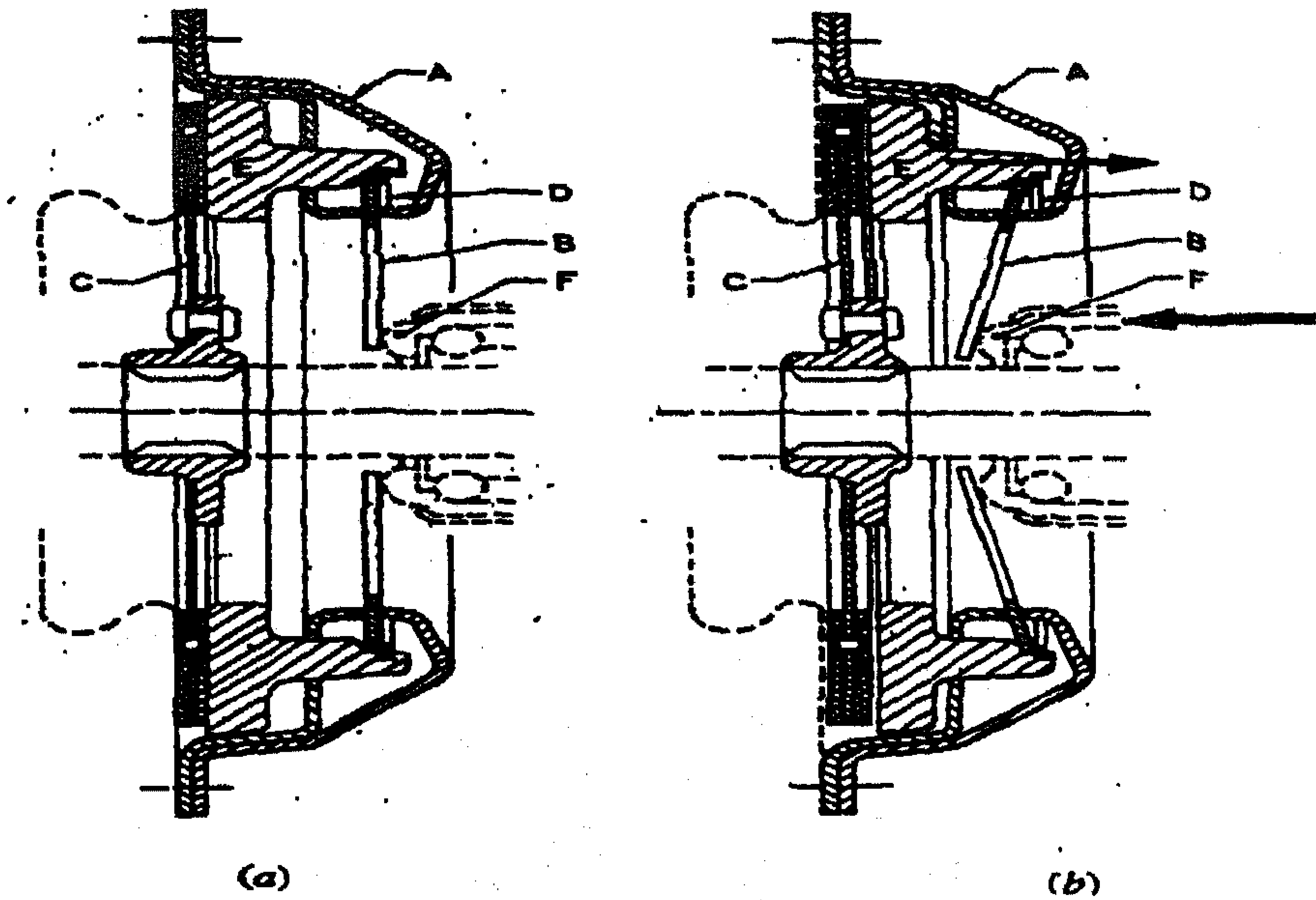
كرسي و شوكة الفصل :





شكل (٦)

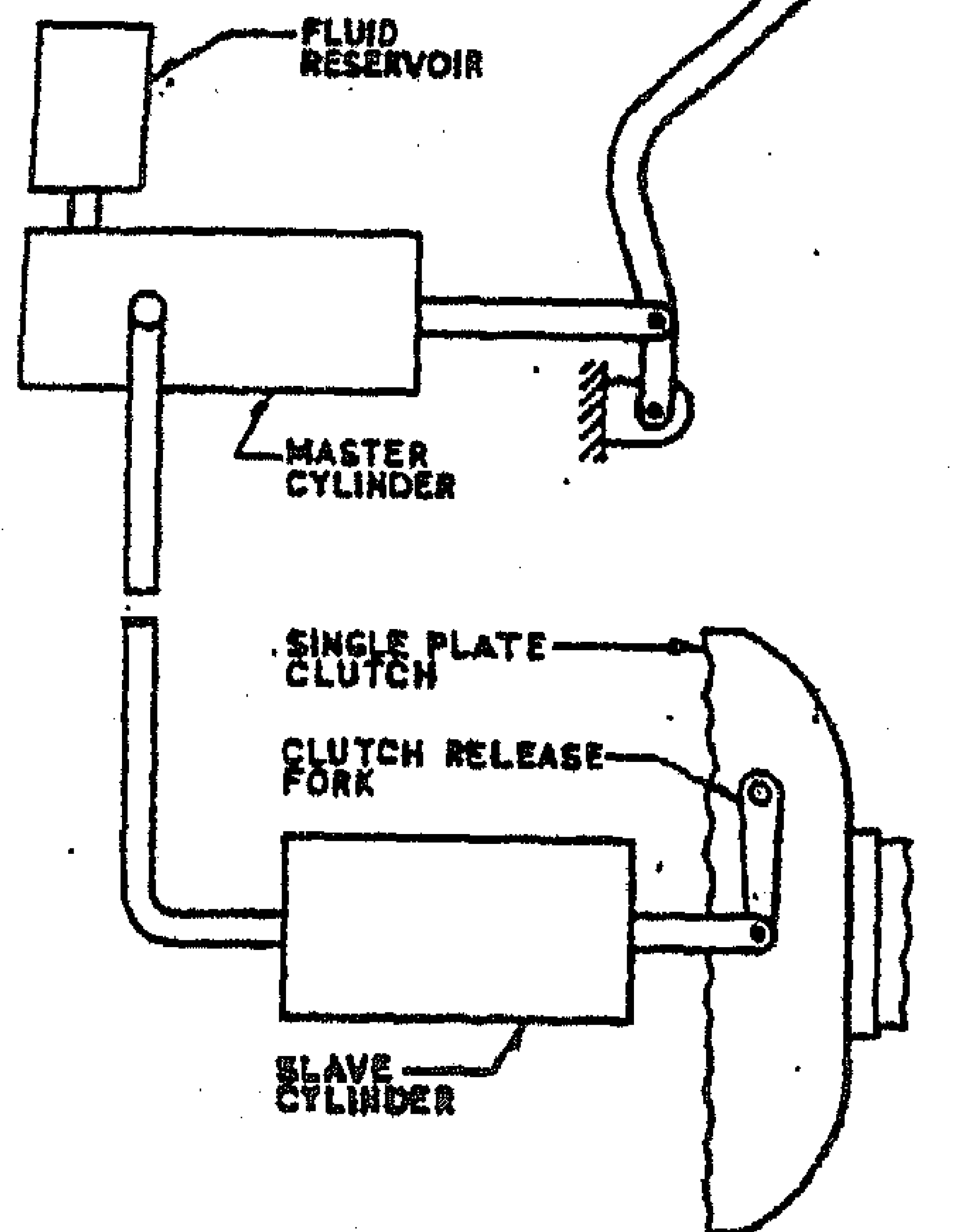
الشكل (٦) يبين مسقط رأسي و أفقي لكرسي الفصل حيث ينزلق طوليا علـــي عمود القابض بواسطة شوكة Fork تستمد حركتها عن طريـــق آليـــة ميكانيكيـــة أو هيدروليكية تنقل حركة بدال القابض إلي الشوكة والشكل (٧) يبين وضع التـــشغيل (a) ووضع الفصل (B) تحت تأثير كرسي الفصل .



شكل (٧)

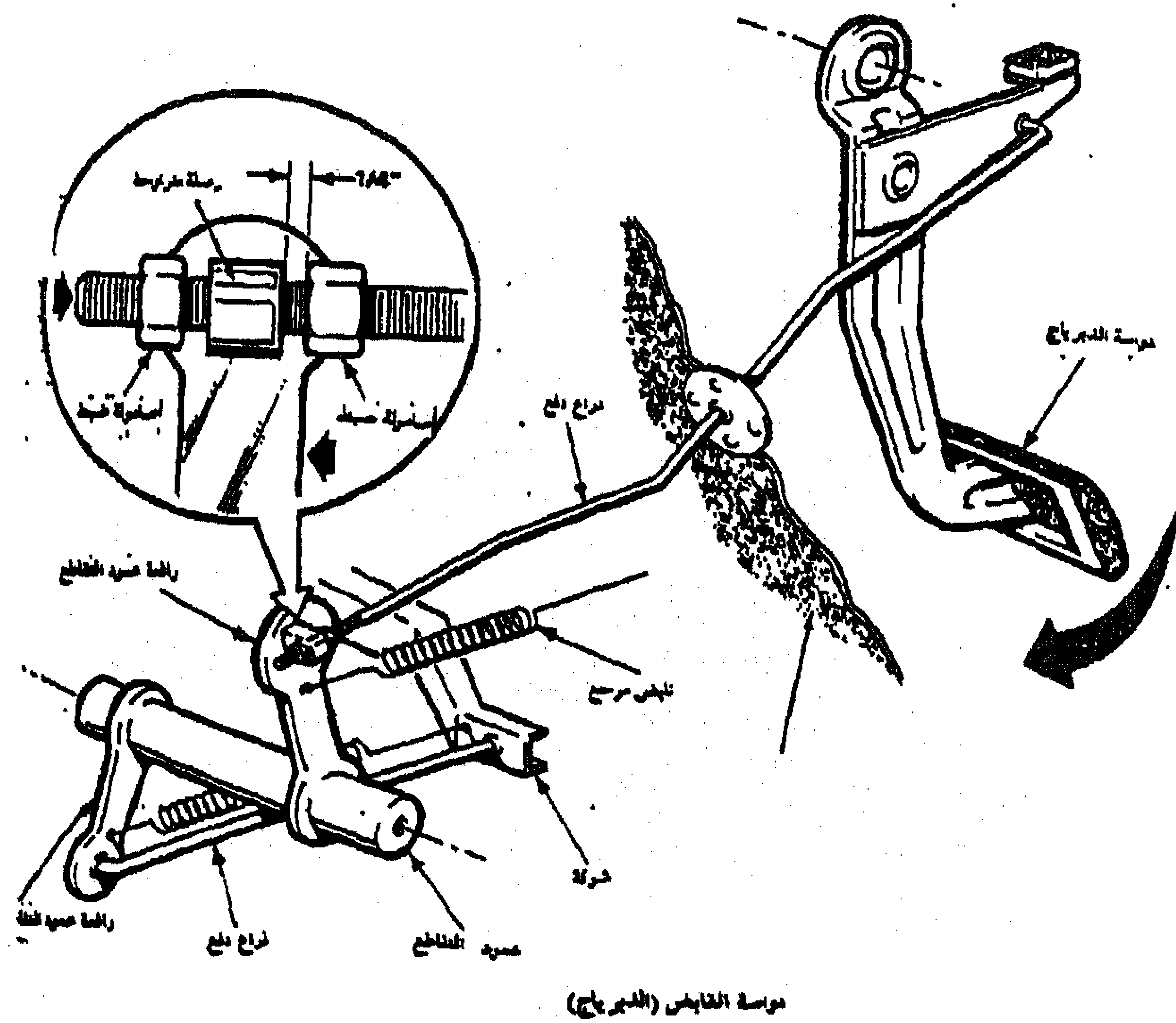
المنظومة الهيدروليكية لتشغيل القابض :

الشكل (٨) يبين منظومة تشغيل القابض هيدروليكيا وهي من أكثر الأنظمة شيوعا حيث يتصل بدال القابض بالإسطوانة الرئيسية Master cylinder للقـــابض والتـــي تعمل علي رفع ضغط الزيت عند اسطوانة فرعية Slave cylinder حيث يتحـــرك مكبس الاسطوانة الفرعية للخارج ليؤثر علي شوكة فصل القابض Clutch release fork التي تحرك بدورها كرسي الفصل تجاه يايات الضغط حيث تفصل الحركة .



شكل (٨)

الية الفصل الميكانيكية



دواسة القابض (الدبرياج)

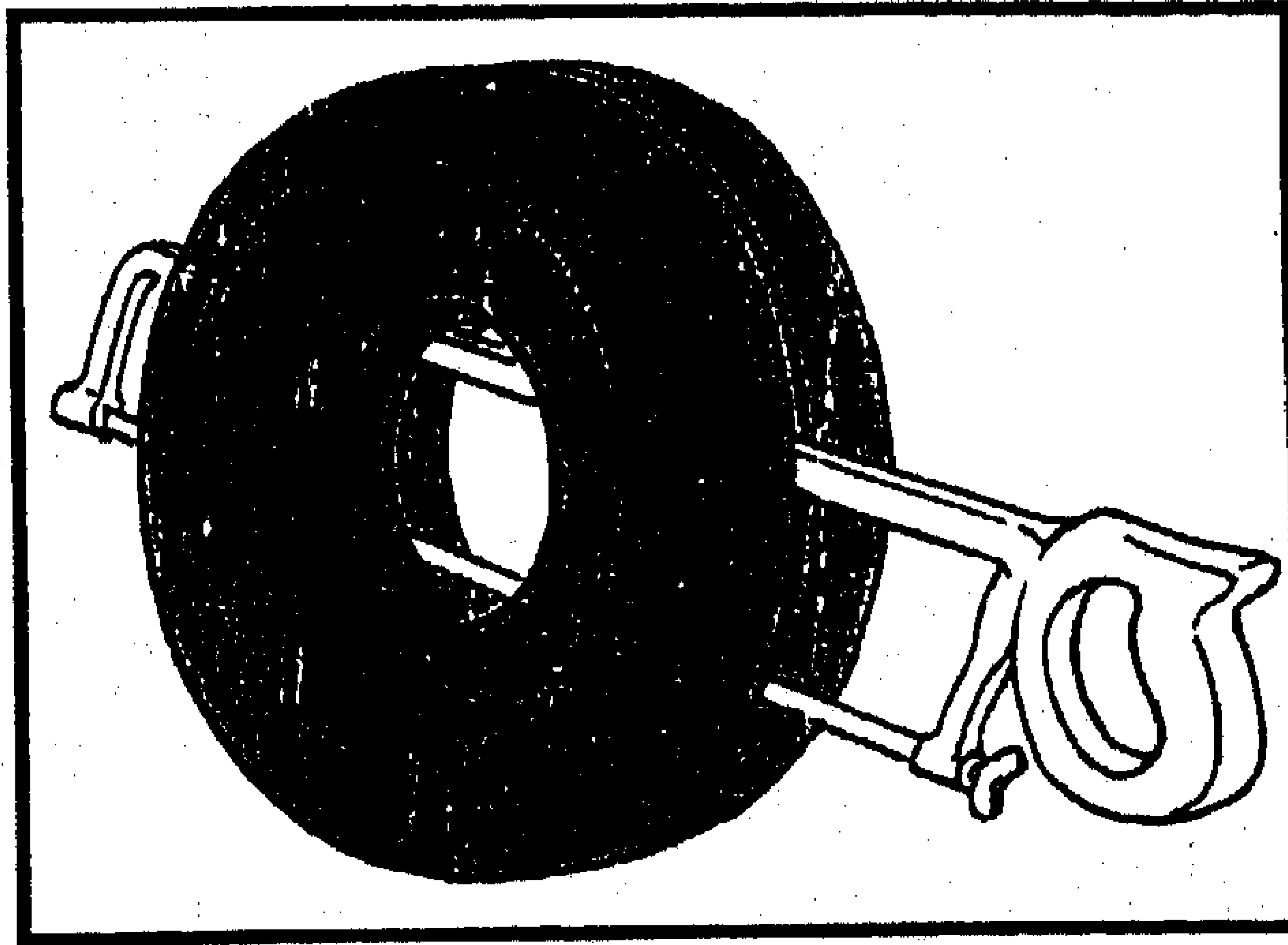
القابض الهيدروليكي Hydraulic Clutch :

يركب القابض الهيدروليكي فى مقدمة صندوق التروس من جهة المحرك بواسطة مسامير فى الطرف الخلفى من عمود المرفق من خلال صفيحة نقل . ويملأ القـــابض الهيدروليكي بالسائل الهيدروليكى الذى يقوم بالعمل كقابض هيدروليكى يقوم بنقل عزم المحرك إلى الصندوق ومما سبق يمكن تلخيص وظيفة القابض الهيدروليكي فيما يلى :

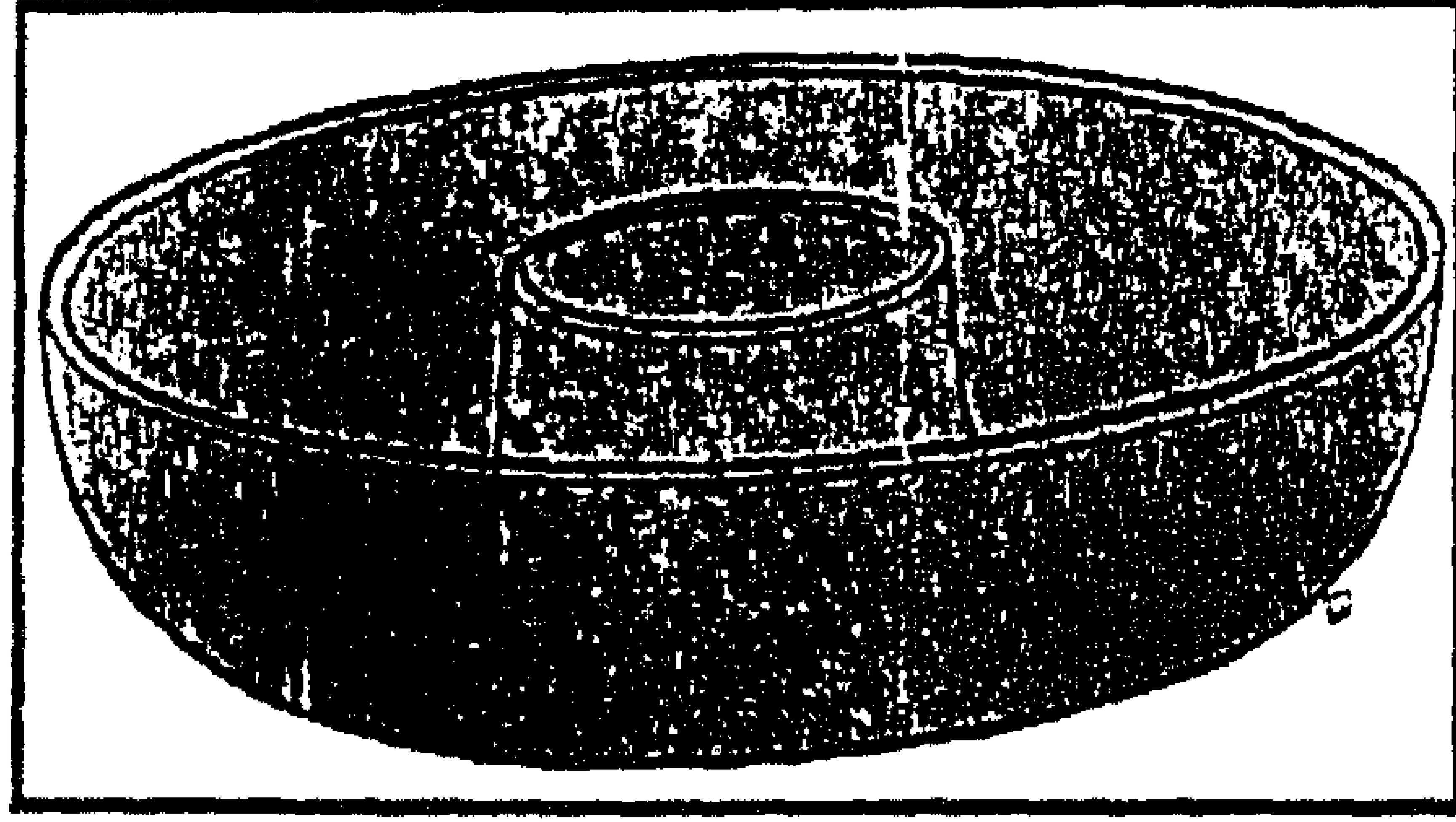
١. نقل القدرة من المحرك إلى صندوق التروس .
٢. امتصاص الذبذبات الإلتوائية للمحرك ومجموعة نقل الحركة .
٣. إدارة مضخة الزيت لتأمين الضغط اللازم لتشغيل الصندوق.

تركيب القابض الهيدروليكي:

فى البداية ستوضح الشكل العام لأجزاء القابض الهيدروليكي، فإذا كان لدينا حلقــه معدنية مجوفة تشبه إطار السيارة ولكنها متصلة عند التجويف الداخلى كما بالــشكل ١ وعند قطع هذه الحلقة فإننا نحصل على نصفين كما بالشكل ٢ .

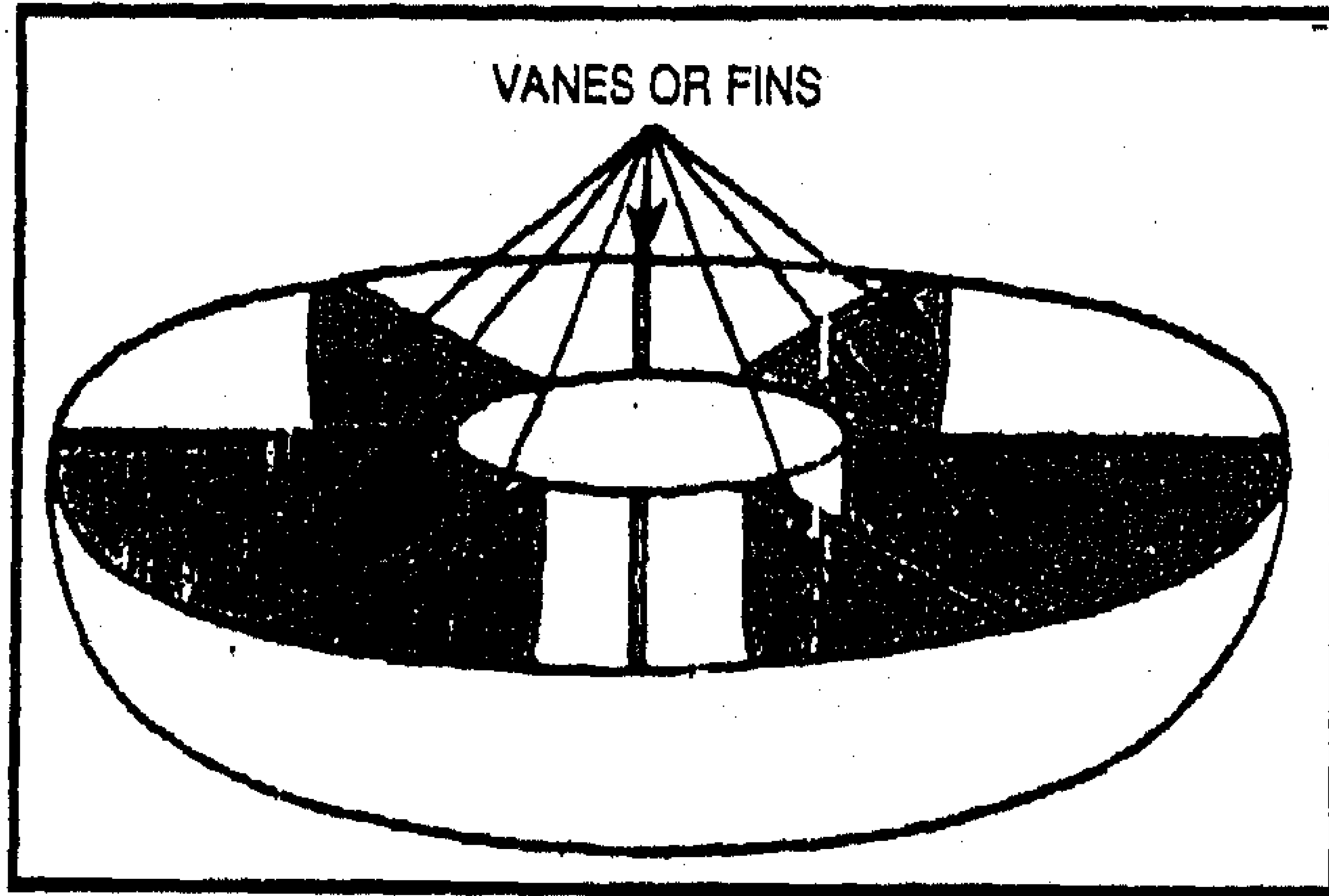


شكل (١)



شكل (٢)

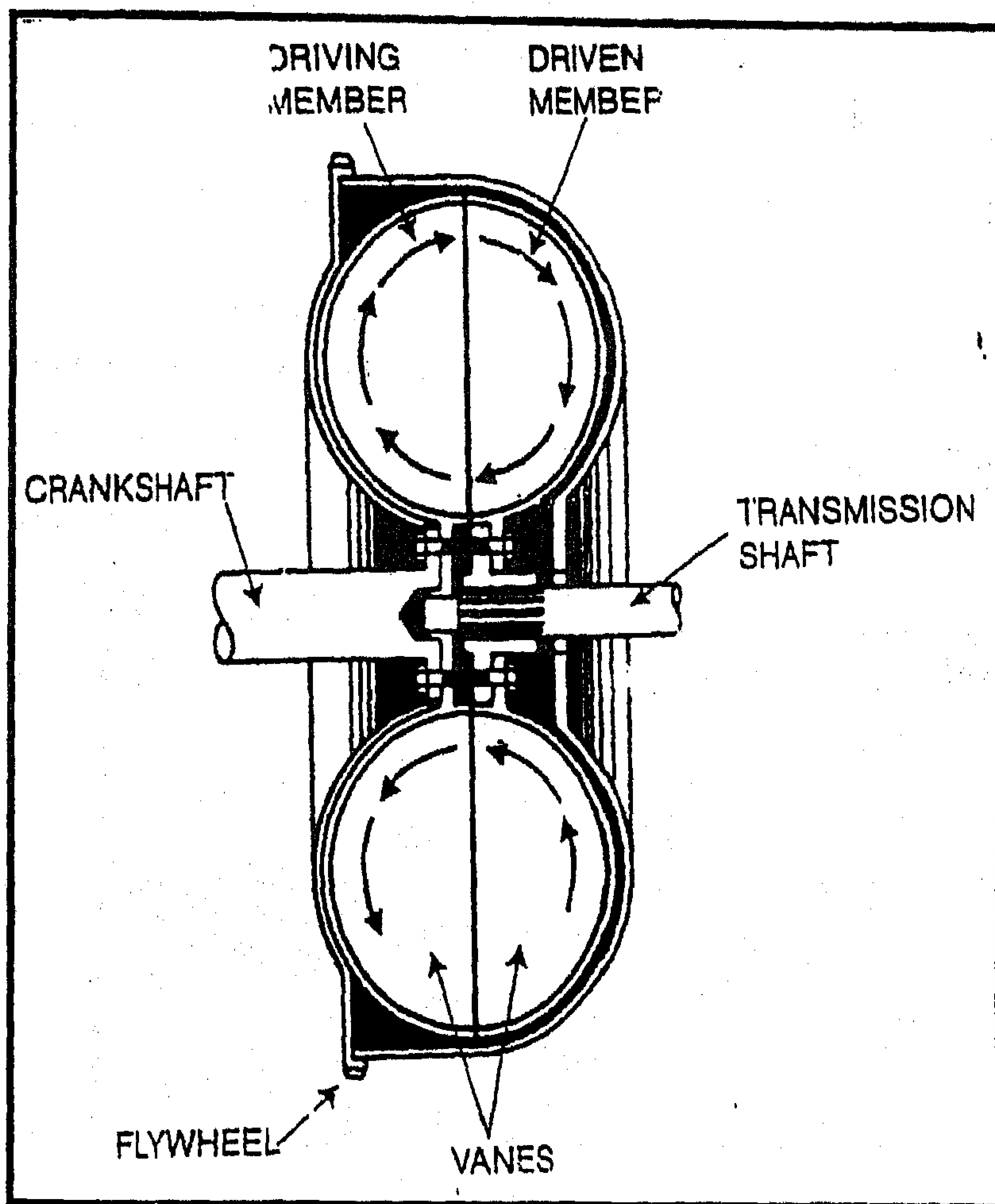
وعند وضع مجموعة شرائح VANES داخل كل نصف وتوزع علـــى مــسافات متساوية بالنسبة لبعضها كما بالشكل ٣ مع ملاحظة أن عدد هذه الشرائح فى القــابض الهيدروليكي الحقيقى أكبر بكثير مما فى شكل (٣)



شكل (٣)

ويتم تثبيت كل نصف على عمود ويثبت أحد النصفين مع عمود المرفق crank Shaft من خلال الحدافة flywheel أو صفيحة النقل . ويطلق على هذا النــصف اسم المضخة pump بينما يركب النصف الآخر على مراود مشكلة بعمــود دخـل صندوق التروس Transmission shaft . ويسمى هذا النصف باســم التــوربين

Turbine ويمتد الغلاف الذى يحتوى النصف الأول (المضخة) ليحتـوى النـصف الأخر التوربين ويمكن للمضخة والتوربين أن يدورا داخل الغلاف بعد وضعهما وجها لوجه وعمل خلوص صغير بينهما شكل (٤)

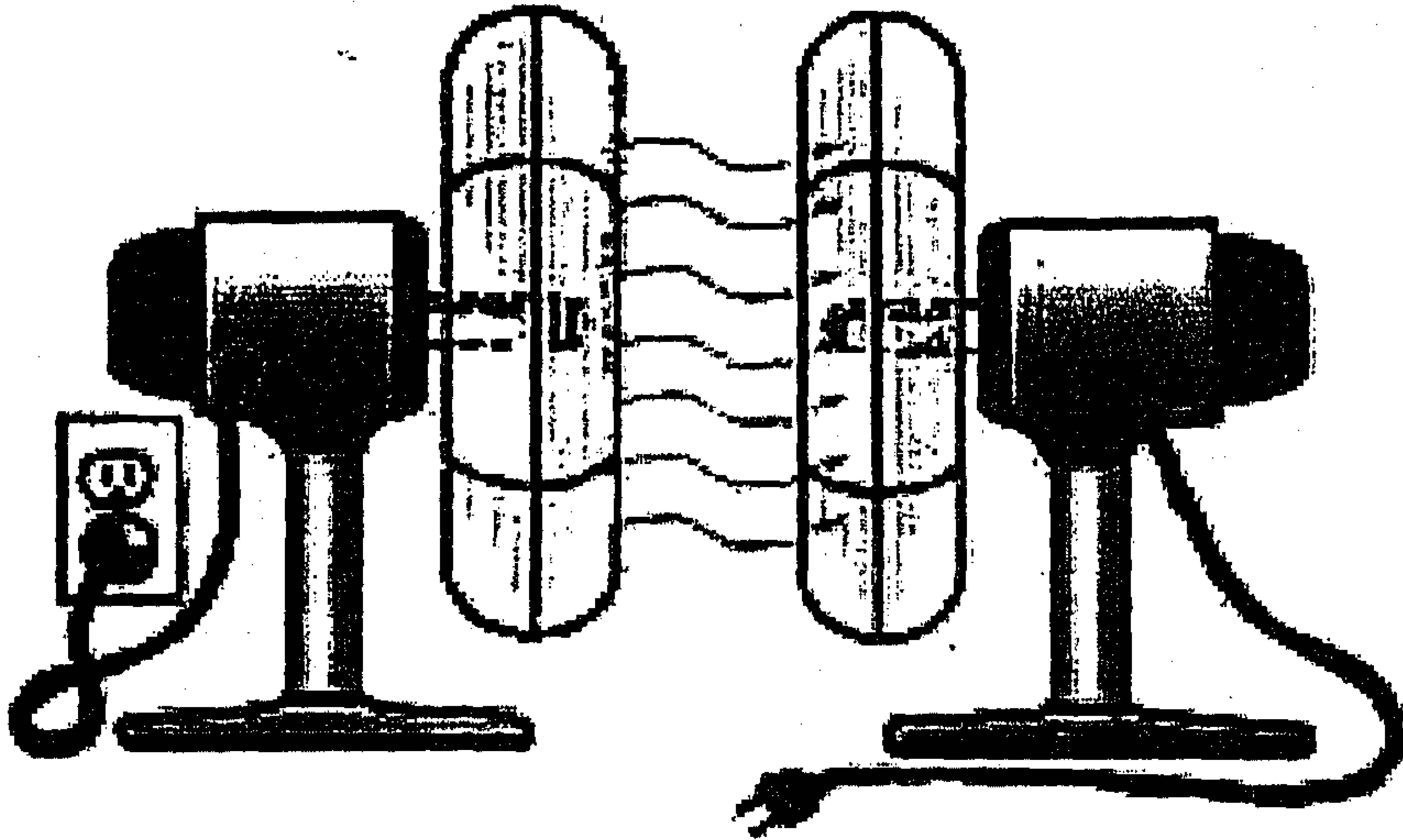


(شكل ٤)

ثم يملأ الغلاف بالزيت وبالتالى لا يوجد اتصال ميكانيكى بين المضخة والتوربين وتصبح المضخة هى العضو القائد Driving member والتوربين العضو المنقـاد Driven member

الوصلة الهيدروليكية : Hydraulic coupling

إن ما تم شرحة فى البند السابق يمثل الوصلة الهيدروليكية البسيطة وهى ذات كفاءة منخفضة ولكنها الأساس فى فكرة عمل محول العزم المستخدم مع صناديق التروس الأتوماتيكية ولمعرفة طريقة عمل هذه الوصلة تخيل وجود مروحتين وجهاز لوجه وبينهما مسافة صغيرة جدا فعند إدارة أحد هذه المراوح فإن الهواء المدفوع من هذه المروحة سوف يدير ريش المروحة الأخرى ويصبح الهواء هو وسيط نقل القدرة وعندما تكون هذه المراوح فى حيز مفتوح تقل كفاءة نقل القدرة (شكل ٥) .

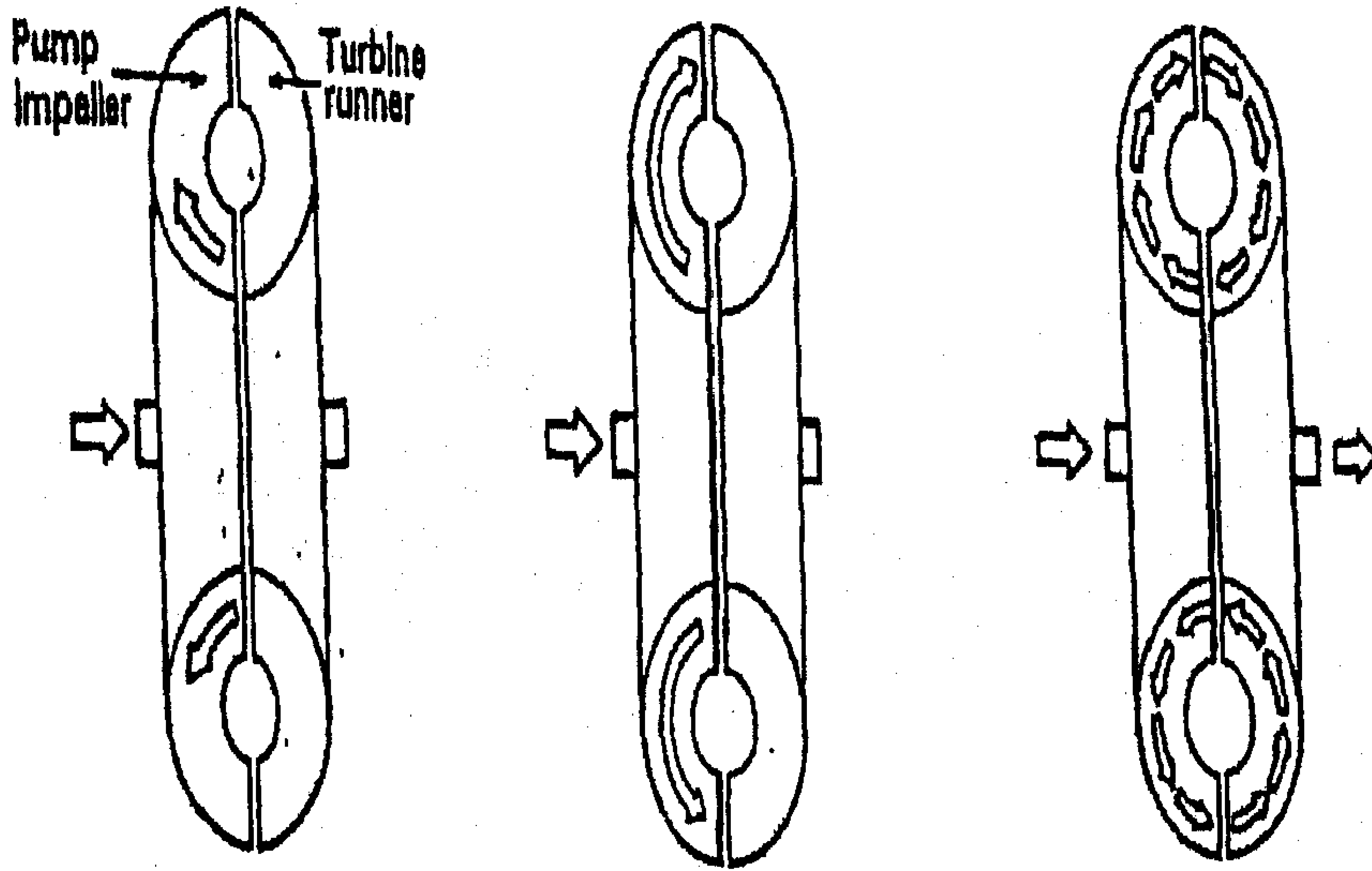


(شكل ٥)

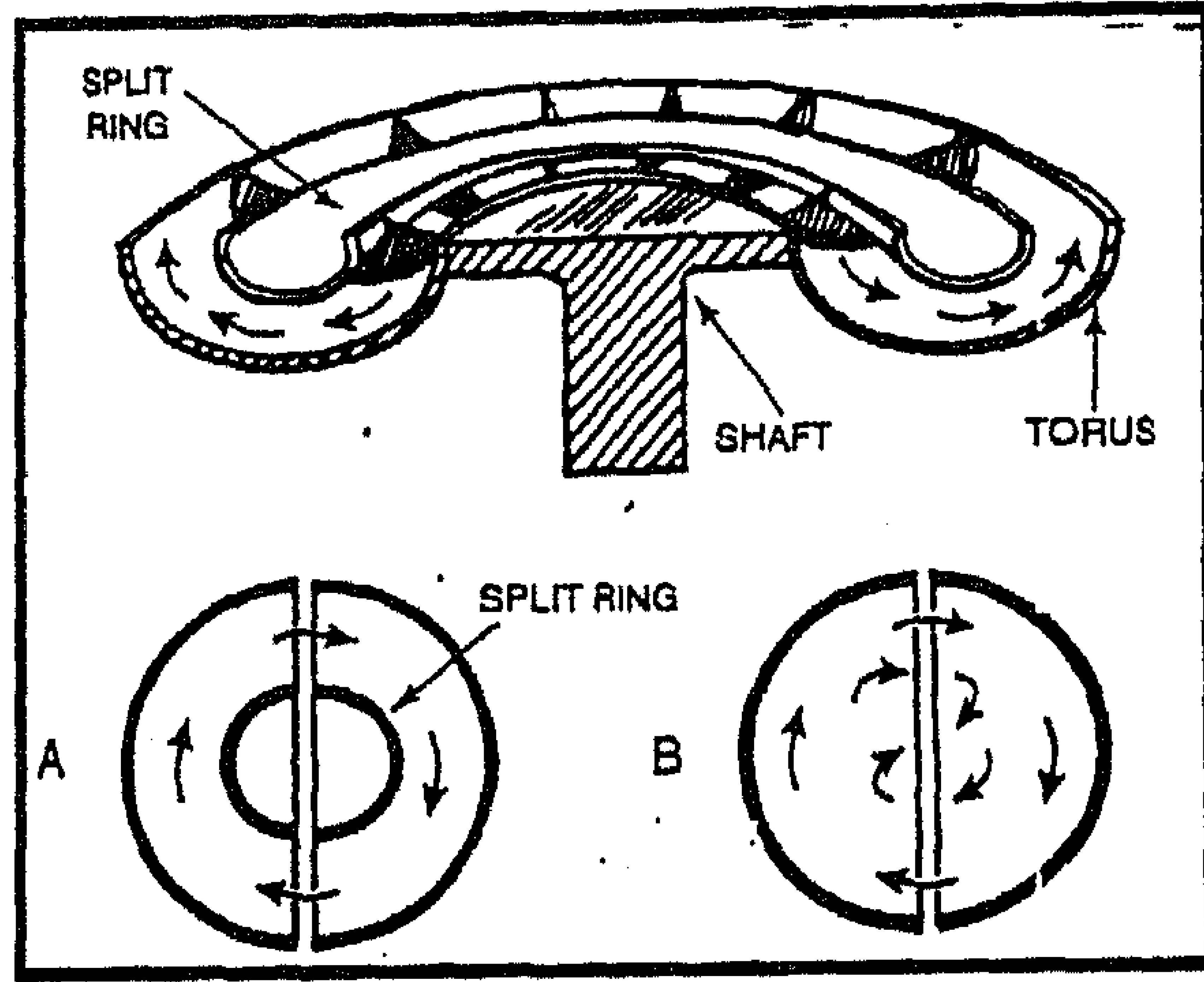
وتعمل الوصلة الهيدروليكية بنفس الفكرة ولكن يستخدم السائل بدلا من الهواء. وعند وضع للزيت داخل نصف القابض الهيدروليكي فى وضع أفقى كما بالشكل ٨ فإن الزيت يستقر داخل القابض كما بالشكل (A –8) وعند إدارة المحول تقوم الريش بدفع السائل تجاه حواف المحول وتكسب الزيت طاقة وسرعة يطلق عليها Rotary

Flow ناتج عن القوة الطاردة المركزية centrifugal force تسبب دفع السائل للخارج ولأعلى كما بالشكل (B– 8)

وعند وضع النصف الآخر من القابض (التوربين) أمام المضخة فإن الزيت المندفع يصطدم المندفع يصطدم بريش التوربين ثم يوجه لأسفل ليعود للمضخة مرة أخرى وتحدث حركة دوامية ودورانية داخل المحول يطلق عليها Vortex Flow



أى أن القدرة تنقل من المحرك إلى المضخة ومنها للسائل ومن السائل إلى التوربين . وللمحافظة على حركة دورانية ناعمة ودون اضطراب للسائل تشكل حلقه مفرغة split Ring حول مركز نصفى القابض لتعمل كدليل لحركة السائل حولها شكل (A - 8) لتقلل الاضطرابات التى تعمل ضد حركة المضخة والتوربين عند مركز المساحة شكل (B – 8)



(شكل ٨)

نظرية القابض الهيدروليكي:

أ. السرعة الخاملة (اللاحمل) عند تشغيل السيارة ، فإن محرك السيارة يعمل عند سرعة اللاحمل وتتراوح هذه السرعة ما بين (٦٠٠ إلى ٨٠٠) لفة / دقيقة وبالتالي تدور الحدافة وتدور معها المضخة ويندفع الزيت من المضخة إلى التوربين نتيجة القوة الطاردة المركزية وهذا الدوران البطيئ للزيت بين العضوين يجعل طاقة حركة الزيت منخفضة وبالتالى ولا تكفي هذه الطاقة لتدوير التوربين ويدور المحرك ولكن تظل السيارة ثابتة .

ويكون الإنزلاق بين العضوين فى هذه الحالة يكون ١٠٠% وتعتبر هذه حالة فصل القابض .

ب. زيادة سرعة الدوران (سرعة التشغيل)

عندما تزداد سرعة عمود مرفق المحرك نتيجة الضغط على دواسة البنزين تزداد بذلك سرعة المضخة، وبالتالي تزداد سرعة الزيت وبالتالي طاقة حركته وتنتقل هذه الطاقة من المضخة إلى ريش التوربين ويعمل على إدارة العضو المدار (التوربين) وتنتقل الحركة إلى عمود القابض ثم إلى صندوق تروس السرعات ، ويقل

الانزلاق إلى أن يصل إلى قيمة لا تتعدى ٢% وتعد هذه حالة الوصل وهذا النوع من القوابض يستخدم عادة مع صناديق التروس الفلكية (الكوكبية) .

مميزاته :

١. لا يوجد احتكاك بين العضويين .
٢. يعمل على بدء حركة السيارة بنعومة تامة حتى فى حالة زيادة الضغط على دواسة الوقود .
٣. عمر القابض أطول من الأنواع الأخري .

العيوب:

١. عمل القابض الهيدروليكي يتوقف على سرعة المحرك.
٢. فقد جزء من قدره المحرك حتى الوصول إلى سرعة التشغيل .
٣. عدم إمكان فصل الحركة فجأة .
٤. سخونة الزيت وبالتالي نقص اللزوجة وبالتالي تقل كفائته .
٥. تعذر إدارة المحرك عند تلف أو ضعف البطارية .

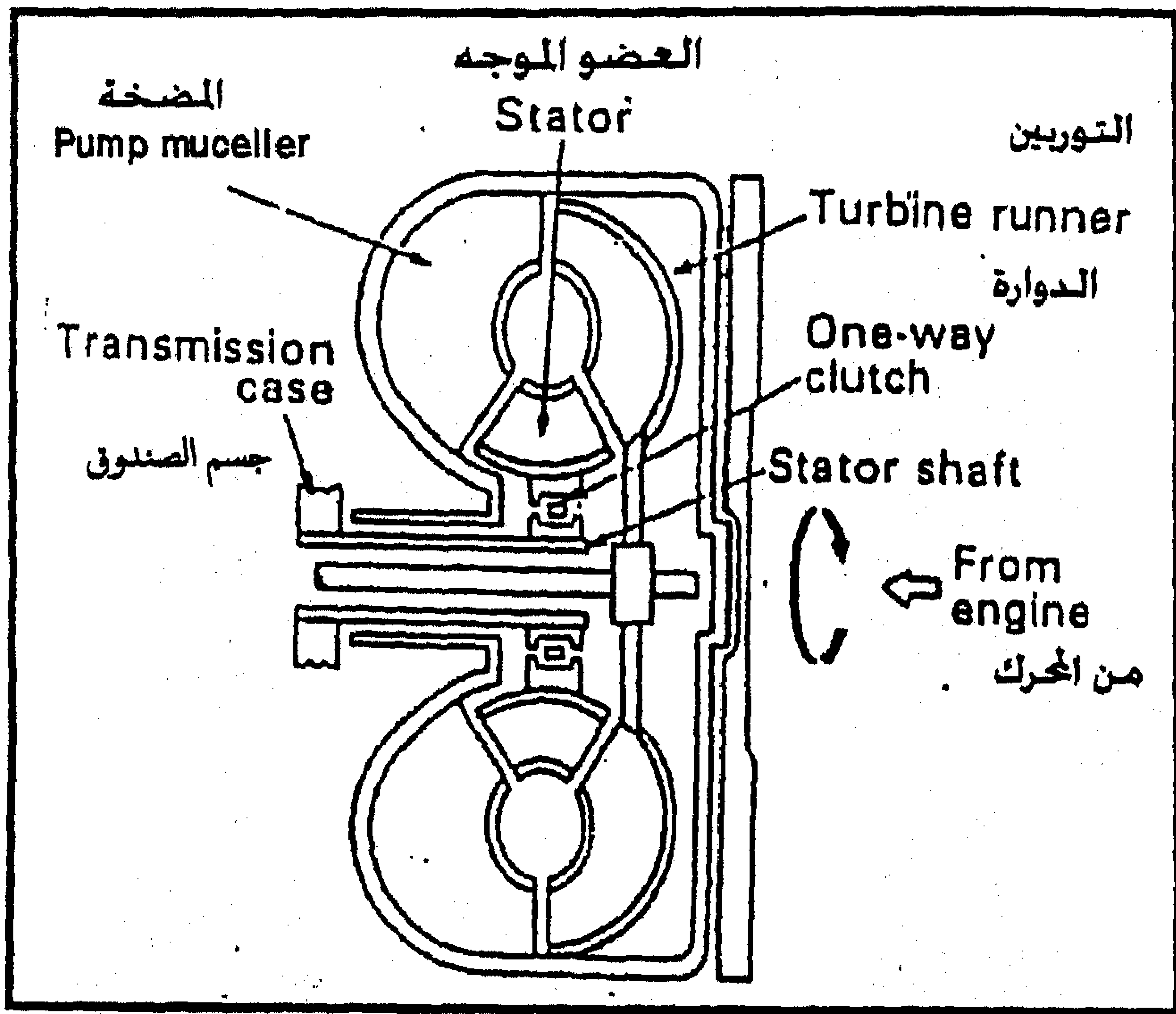
محول العزم :

محول العزم يشبه القابض الهيدروليكي فى نظرية عمله ولكن هناك اختلاف واحد وهو أن القابض الهيدروليكي ينقل عزم المحرك كما هو أما محول العزم فيمكنه مضاعفه عزم المحرك ، وهذه الميزه تجعل صندوق التروس المستخدم مع محول العزم غاية فى البساطة، ويقع دور مضاعفة العزم فى محول العزم على جزء يقع فيما بين المضخة والتوربينة يسمي العجلة الدليلية Stator ، ومهمتها الأساسية هو إعادة توجيه الزيت الخارج من التوربينه ليكون من نفس اتجاه حركة المضخة بدلا من أن يكون فى اتجاه عكس الحركة كما هو الحال فى القابض الهيدروليكي والشكل التالي يوضح أجزاء محول العزم ، ويتكون من :

١. العجلة القائدة (المضخة) : متصلة مع عمود الدخل (عمود المرفق) وتدور معه .

٢. العجلة المنقادة (التوربينة) : متصلة مع عمود الخرج (عمود صندوق التروس) ومركب على مراود عمود القابض .

٣. العجلة الدليلة Stator (متصلة ما بين المضخة والتوربينة) متصلة مع مبيت صندوق التروس. وتركب العجلات الثلاثة فى مبيت واحد يملأ بزيت خاص هو سائل النقل الهيدروليكي .



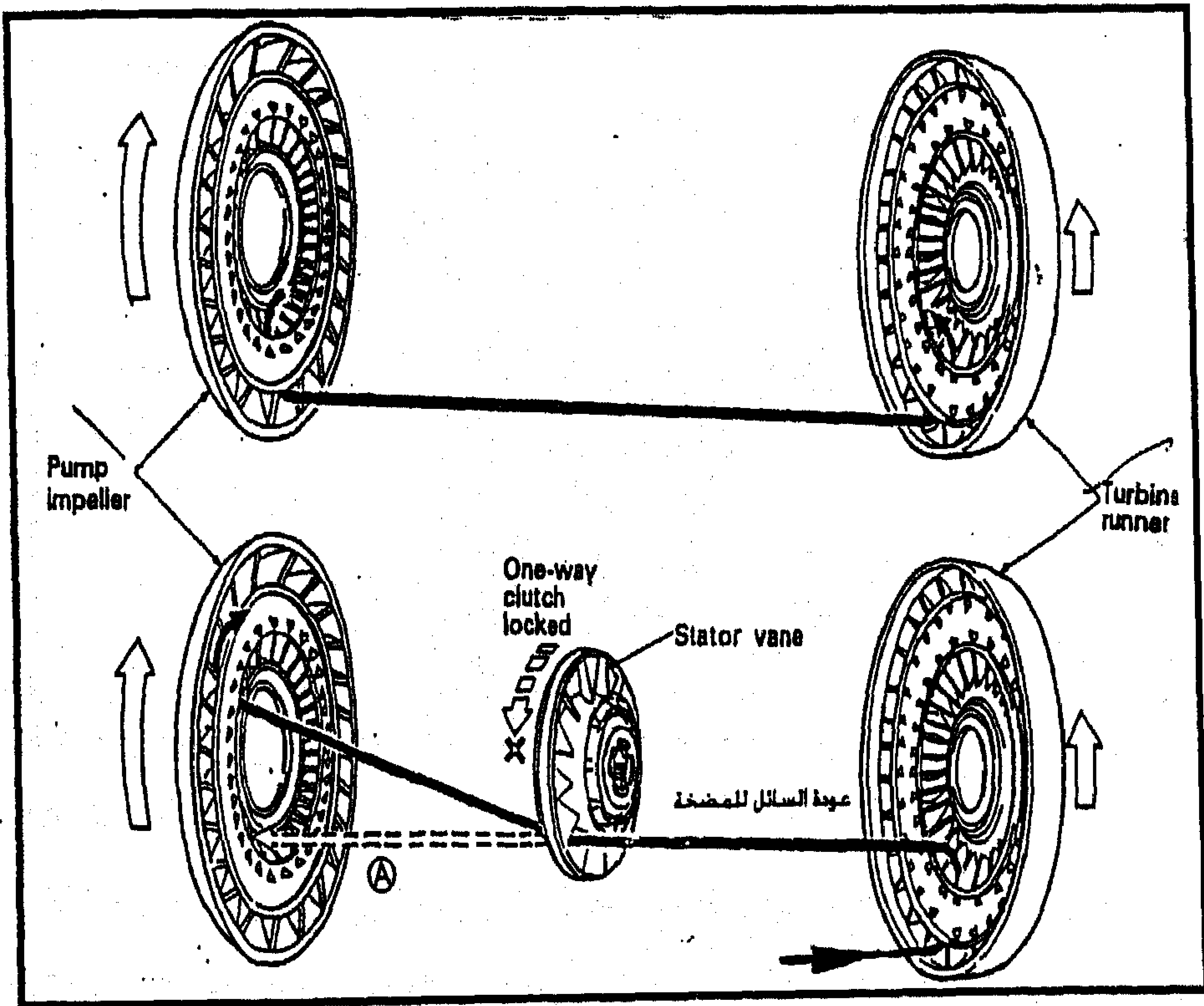
نظرية العمل :

حالة اللاحمل : تدور المضخة بسرعة بطيئة وبالتالي يندفع الزيت من ريش المضخة بسرعة منخفضة تجاه ريش التوربينه فلا يقوي على إدارتها ويكون العزم المنقول صغير جداً ولا تنتقل القدره من المضخة إلى التوربينه .

زيادة السرعة : يقوي الزيت المندفع مع المضخة تجاه ريش التوربين على إدارتها وكلما كان الفرق في السرعة عالى بين المضخة والتوربينة يكون العزم المنقول أكبر ليصل إلى مرتين ونصف عزم المضخة .

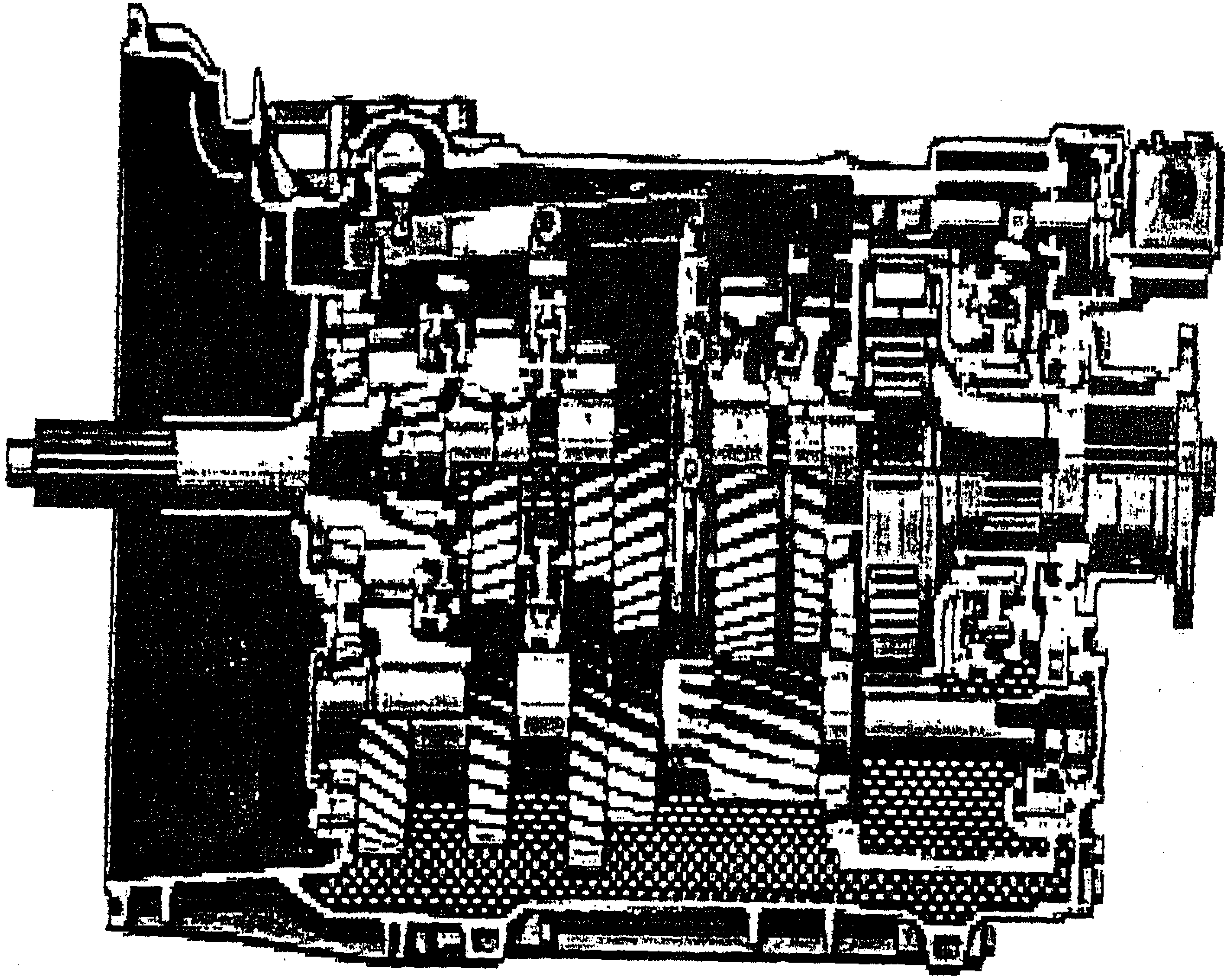
سرعة المضخة حينئذ أعلى ما يمكن وسرعة التوربينه أقل ما يمكن .

عندما تساوي السرعتين : عندما تتساوى سرعة التوربين مع سرعة المضخة يتوقف مسار الزيت فى العجلة الدليلية Stator ويتوقف معه زيادة عزم الدوران ويعمل محول العزم حينئذ كقابض هيدروليكي فقط وتدور العجلة الدليلية حينئذ معه دوراناً حراً ويؤدي تثبيت العجلة الدليلية مع مبيت صندوق التروس إلى إعاقة دورانها فى الاتجاه العكسي وإلى زيادة عزم الدوران للعجلة المنقادة .



(شكل ١٢)

صندوق السرعات



الغرض من صندوق السرعات :

إن قدرة المحرك لأي سيارة كافية للسير علي طريق مستو بالسرعة التصميمية ولكن عند بدء حركة السيارة من السكون أو عند الصعود علي منحدر فإن عزم المحرك قد لا يكون كافيا للتغلب علي الأحمال ومقاومات الطريق مما يدعو إلي الاستعانة بصندوق السرعات للتغلب علي مقاومات الطريق عن طريق تغيير نسب التروس للحصول علي عزوم مختلفة تلائم متطلبات الحركة.

وظائف صندوق السرعات :

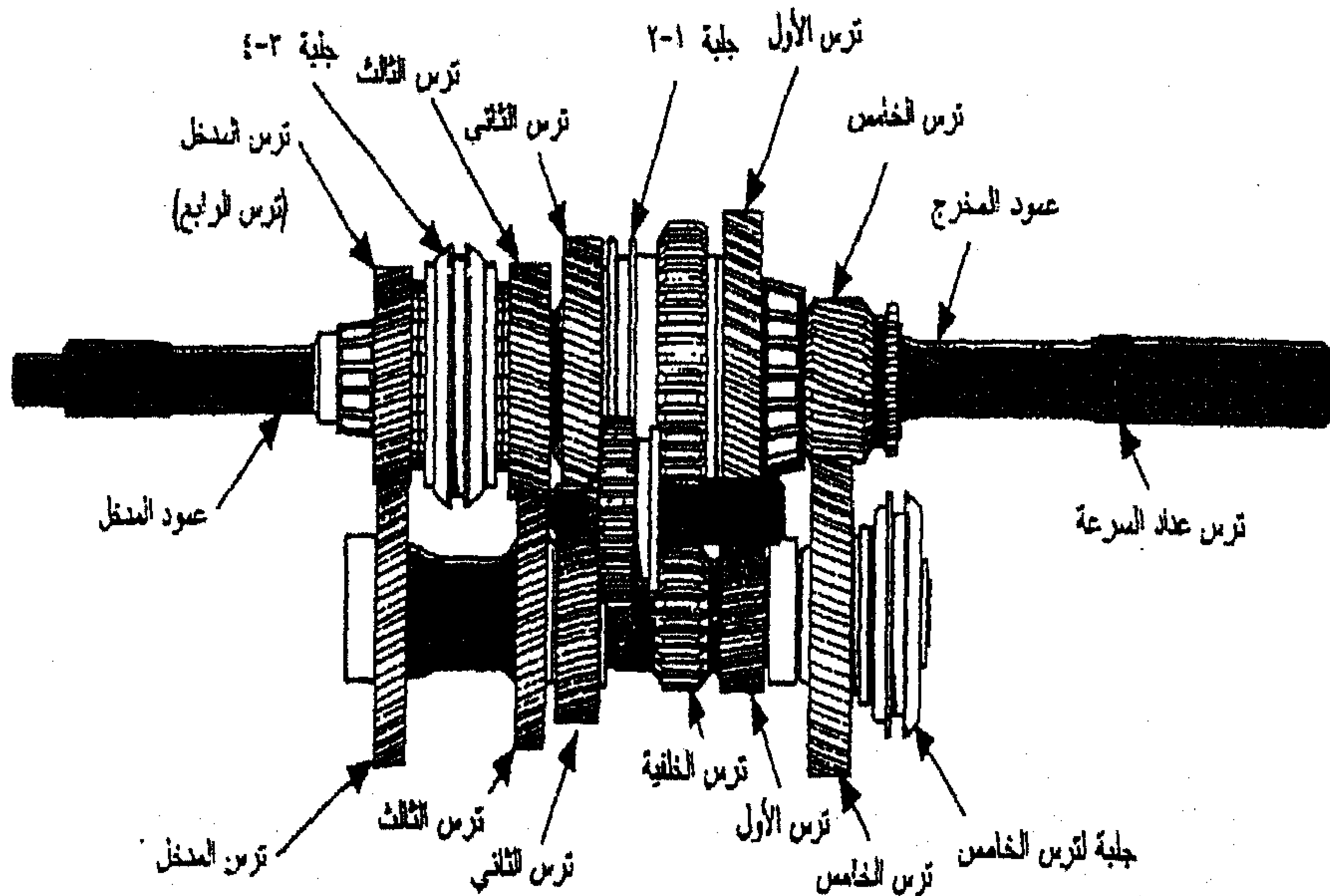
١- مقاومة عزم الاحتكاك وتحريك المركبة من حالة السكون .

٢- تغيير سرعات المركبةحسب متطلبات السير .

٣- إمكانية السير في الاتجاه العكسي (السرعة الخلفية) .

صندوق التروس دائم التعشيق :

في صندوق التروس دائم التعشيق ذات التروس الحلزونية يوجد خمس سرعات أمامية وواحدة خلفية .ويوجد ثلاث وحدات كما هو مبين بالشكل وحدة التزامن (١-٢) للحصول علي التعشيقة الأولى و الثانية ووحدة التزامن (٣-٤) للحصول علي التعشيقة الثالثة و الرابعة ، ويلاحظ أن التعشيقة الرابعة تحدث عند تعشبق وحدة التزامن مباشرة مع ترس عمود الدخل ويدور كوحدة واحدة وهي ما تسمى التعشيقة المباشرة (١:١) ، ووحدة تزامن ثالثة خاصة بالتعشيقة الخامسة وهي تسمى بفوق السرعة أي زيادة السرعة في صندوق تروس عن سرعة المحرك .وكذلك في صندوق التروس دائم التعشيق فإن كل التروس تتحرك عندما يدور عمود الدخل ، ولكن التروس علي العمود الرئيسي تدور علي محامل أي لا تنقل حركة للعمود ، حيث أن وحدات التزامن تكون في حالة الحياد .وتروس عمود التوزيع هي وحدة واحدة و مشكلة مع العمود،و في بعض التصميمات يتحرك ترس التعشيقة الخلفية علي مرواذ بواسطة شوكة خاصة لتحرك ترس إسطواني عدل (ترس وسيط) للحصول علي التعشيقة الخلفية.

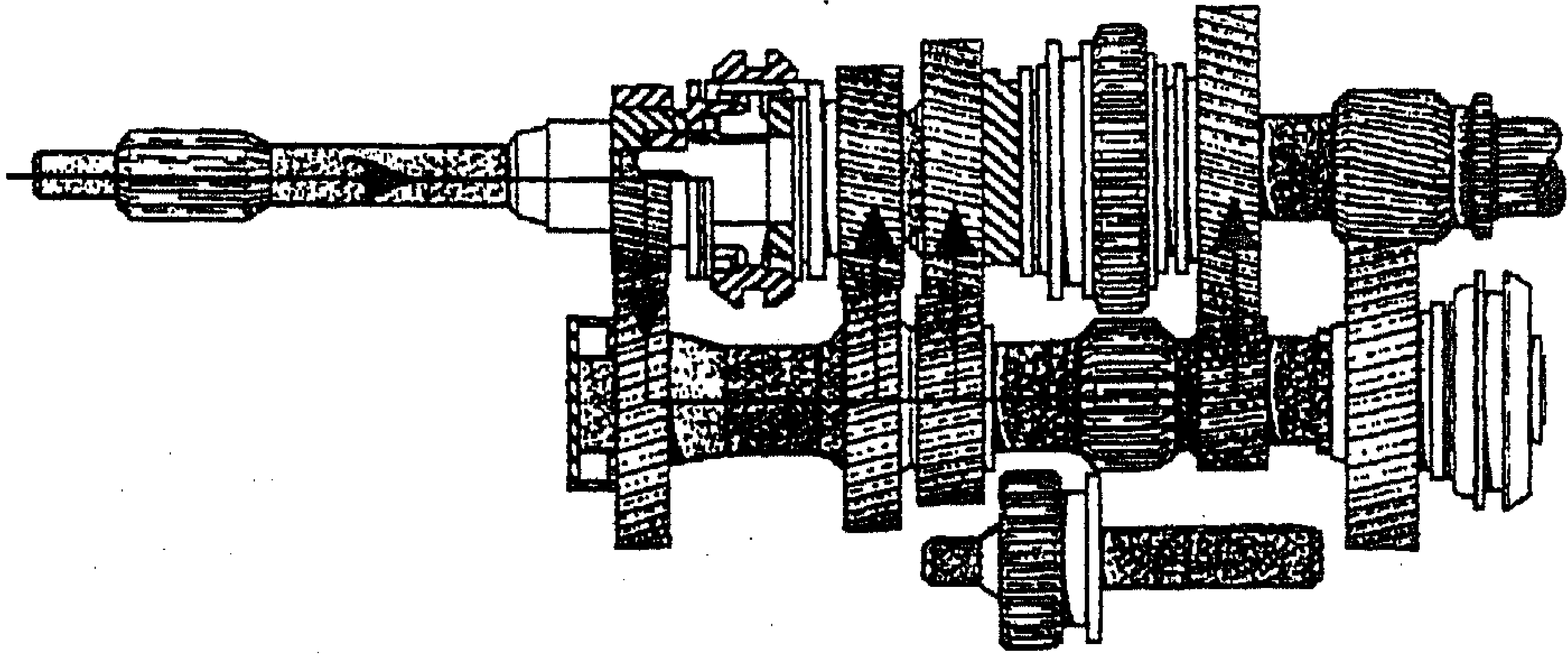


الأجزاء المختلفة لصندوق سرعات دائم التعشيق ذو خمس سرعات

أوضاع النقلات :

١- وضع الحياد :

الشكل يوضح وضع الحياد بالنسبة لصندوق التروس دائم التعشيق ،في هذا الوضع الحركة تصل من المحرك إلي العمود الدخل ثم إلي الترس المثبت في نهايته و المعشق باستمرار مع ترس عمود التوزيع ، أي أن الحركة باستمرار من عمود المدخل إلي عمود التوزيع ، وتوجد ثلاث وحدات تزامن ومتصلة بذراع التعشيق، وفي وضع الحياد لا يوجد أي من هذه الوحدات يعمل ، و بالتالي لا يوجد نقل الحركة للعمود الرئيسي .

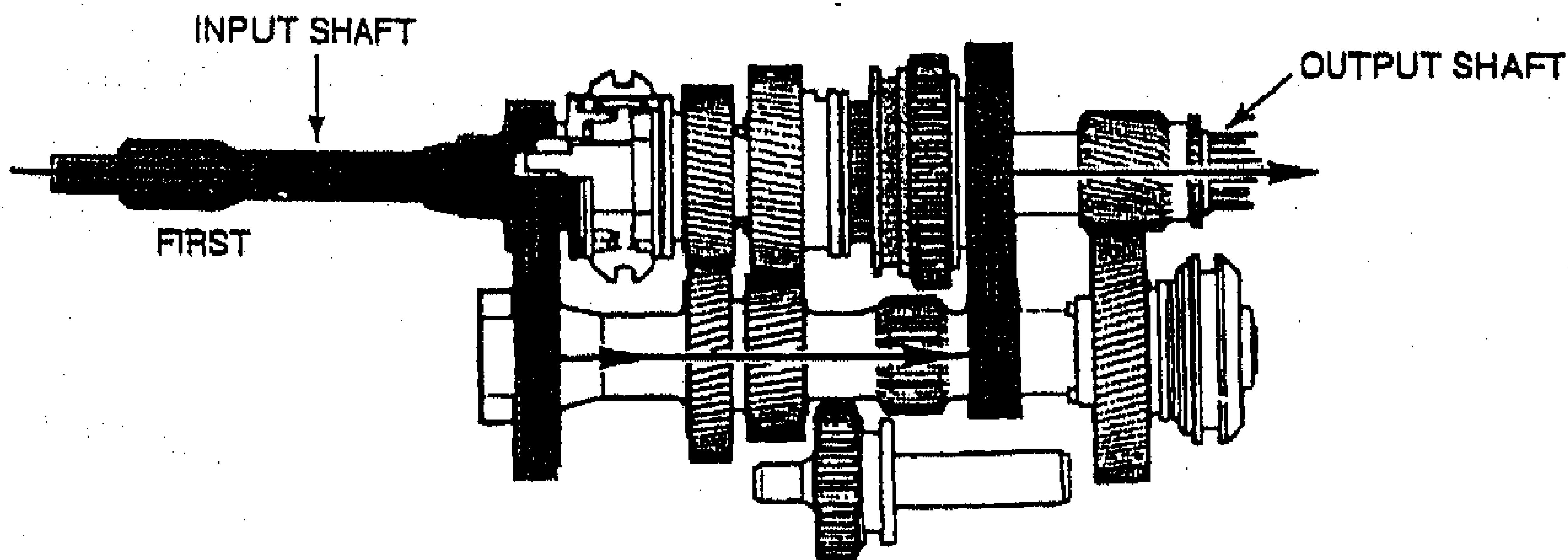


وضع الحياد

٢- وضع التعشيقة الأولى:

الشكل يوضح وضع التعشيقة الأولى بالنسبة لصندوق التروس دائم التعشيق ،وفي هذا الوضع الحركة تصل من المحرك إلي عمود الدخل ثم إلي الترس في نهايته و المعشق باستمرار مع ترس عمود التوزيع .

و يتم في هذا الوضع تحريك وحدة التزامن (١-٢) جهة اليمين فيتم تعشيقها مع أسنان ترس السرعة الأولى علي العمود الرئيسي . فيتم نقل الحركة للعمود الرئيسي عن طريق ترس السرعة الأولى ثم وحدة التزامن وهي بدورها بها مراود دائمة التعشيق مع العمود الرئيسي فتنتقل الحركة إليه ويتم الحصول علي السرعة الأولى وهذا على حسب عدد الأسنان للتروس ، وكما تشير اتجاهات الأسهم.

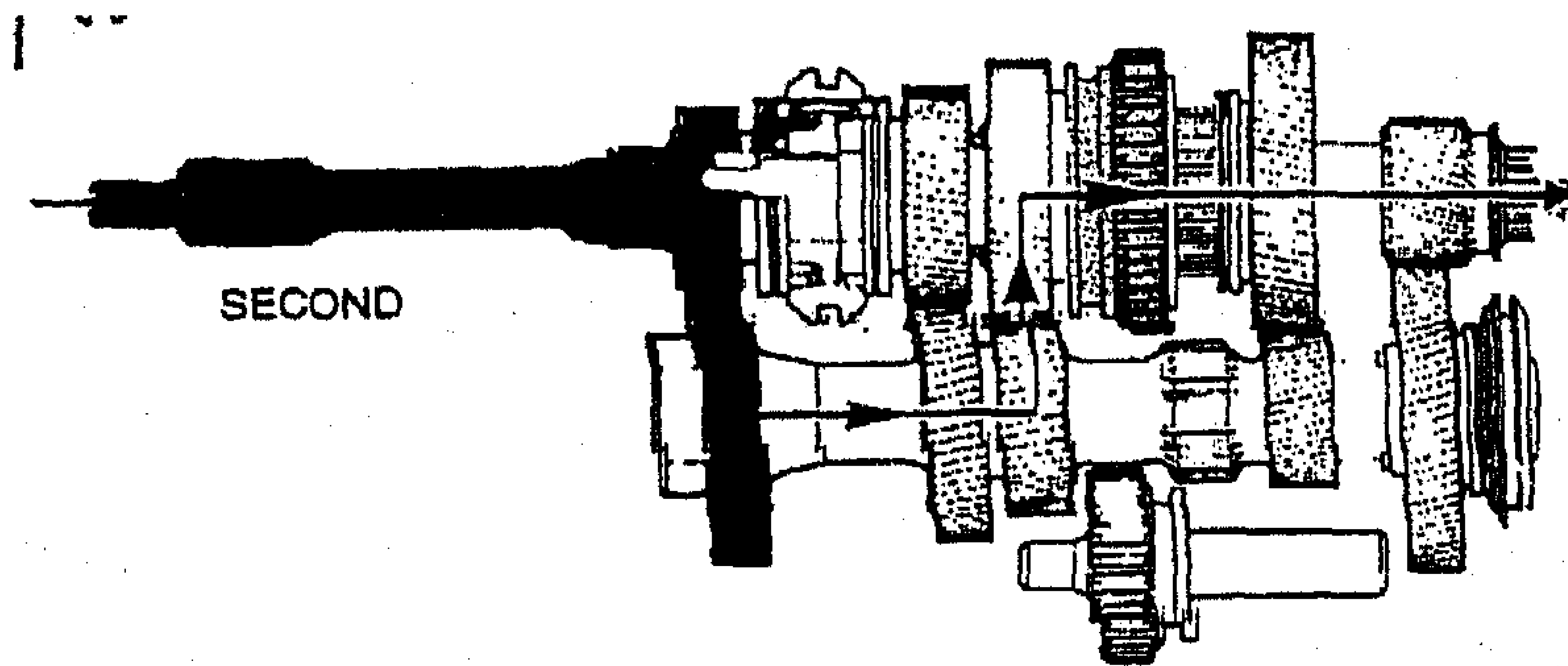


وضع التعشيقة الأولى

٣-وضع التعشيقة الثانية :

الشكل يوضح وضع التعشيقة الثانية بالنسبة لصندوق التروس دائم التعشيق ، و في هذا الوضع الحركة تصل من المحرك إلي عمود الدخل ثم إلي الترس في نهايته و المعشق باستمرار مع ترس عمود التوزيع.

ويتم في هذا الوضع تحريك وحدة التزامن (١-٢) جهة اليسار فيتم تعشيقها مع أسنان ترس السرعة الثانية علي العمود الرئيسي . فيتم نقل الحركة للعمود الرئيسي عن طريق ترس السرعة الثانية ثم وحدة التزامن وهي بدورها بها مراود دائمة التعشيق مع العمود الرئيسي فتنقل الحركة إليه ويتم الحصول علي السرعة الثانية .

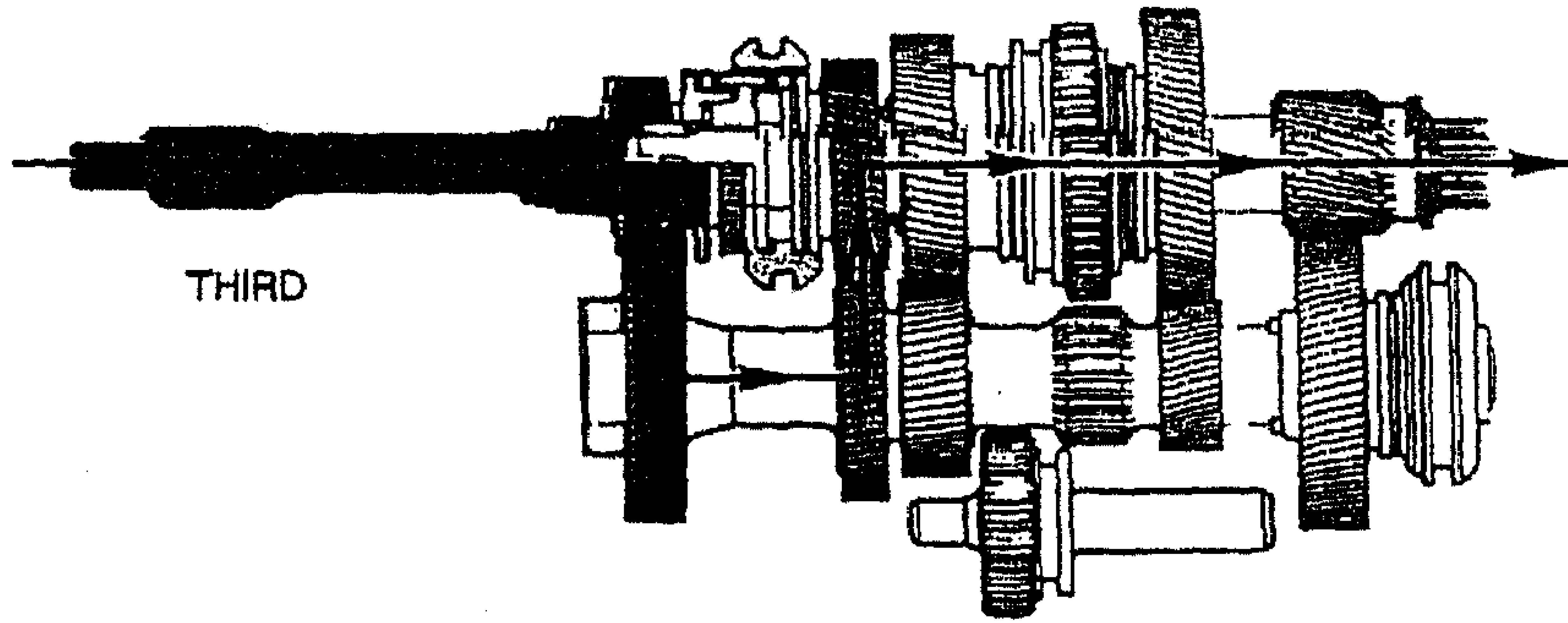


وضع التعشيقة الثانية

٣- وضع التعشيقة الثالثة :

الشكل يوضح وضع التعشيقة الثالثة بالنسبة لصندوق التروس دائم التعشيق ،وفي هذا الوضع الحركة تصل من المحرك إلي عمود الدخل إلي الترس في نهايته و المعشق باستمرار مع ترس عمود التوزيع .

يتم في هذا الوضع تحريك وحدة التزامن (٣-٤) جهة اليمين فيتم تعشيقها مع أسنان ترس السرعة الثالثة علي العمود الرئيسي ،فيتم نقل الحركة للعمود الرئيسي عن طريق ترس السرعة الثالثة ثم وحدة التزامن ، و يتم الحصول علي السرعة الثالثة .



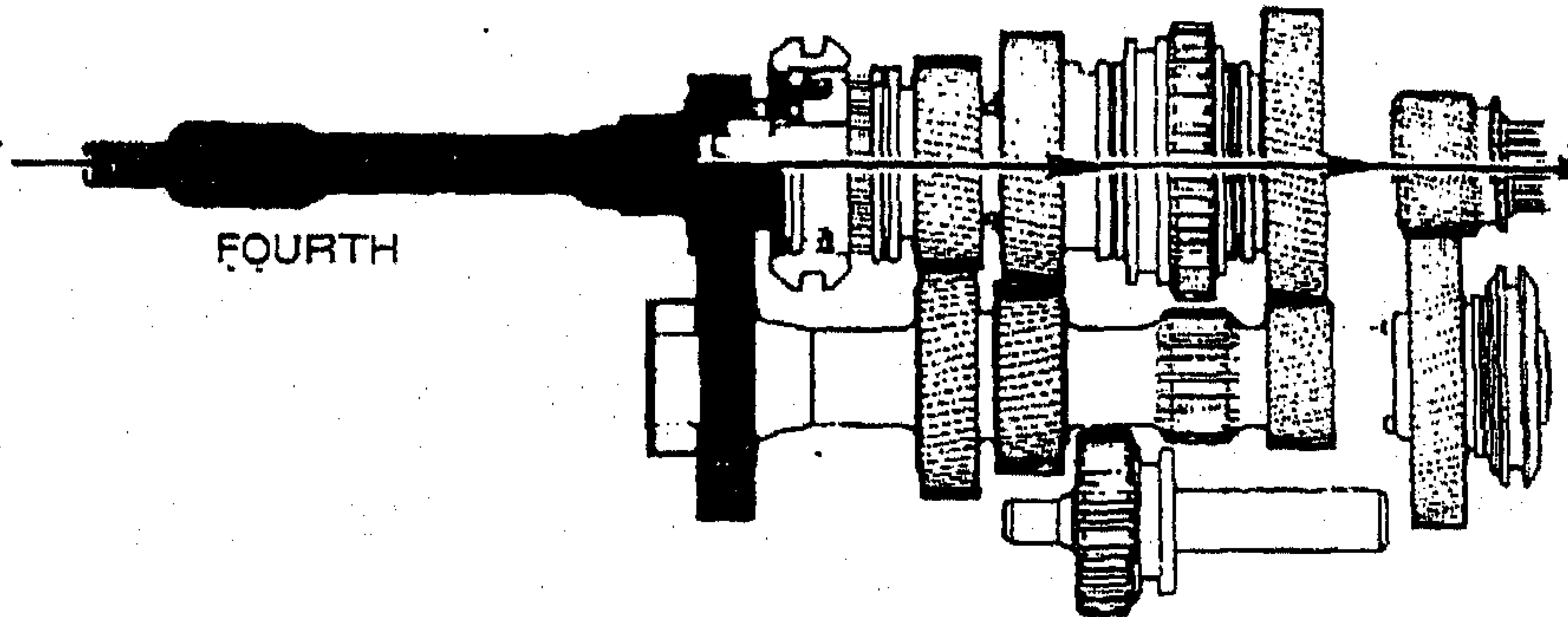
وضع التعشيقة الثالثة

٤-وضع التعشيقة الرابعة :

الشكل يوضح وضع التعشيقة الرابعة بالنسبة لصندوق التروس دائم التعشيق ، وفي هذا الوضع الحركة تصل من المحرك إلي العمود الدخل ثم إلي الترس في نهايته و المعشق باستمرار مع ترس عمود التوزيع .

يتم في هذا الوضع تحريك وحدة التزامن (٣-٤) جهة اليسار فيتم تعشيقها مع أسنان ترس عمود الدخل . فيتم نقل الحركة للعمود الرئيسي عن طريق ترس عمود الدخل ثم وحدة التزامن ثم العمود الرئيسي و يتم الحصول علي السرعة الرابعة .

وفي هذه التعشيقة تكون نسبة التخفيض (١:١) أي ما يسمى بالسرعة المباشرة أي أن العزم و السرعة الداخلة من المحرك تكون متساوية مع العزم و السرعة الخارجة من صندوق السرعات، وكما تشير اتجاهات الأسهم .



وضع التعشيقة الرابعة

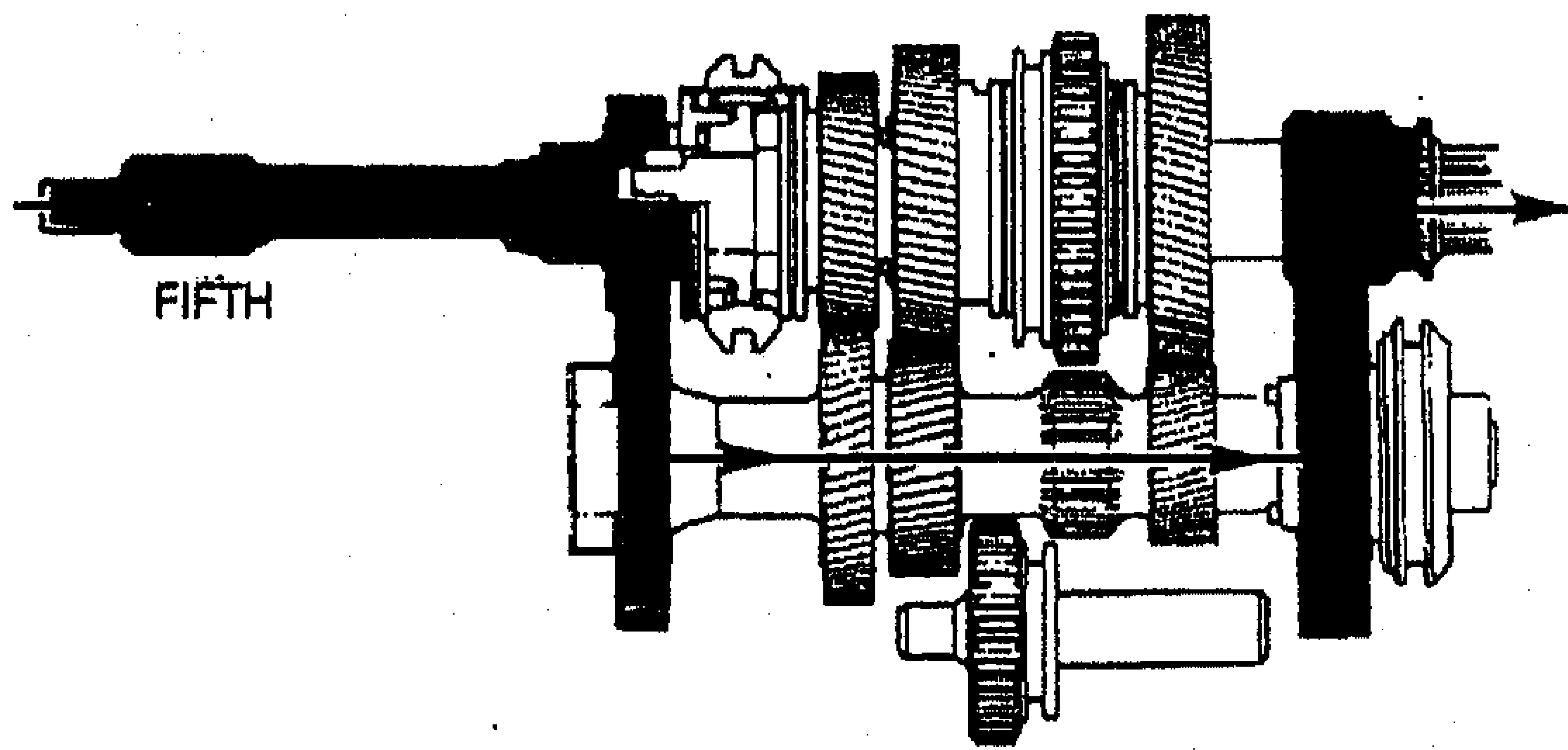
٥-وضع التعشيقة الخامسة :

الشكل يوضح وضع التعشيقة الخامسة بالنسبة لصندوق التروس دائم التعشيق ، وفي هذا الوضع الحركة تصل من المحرك إلي عمود الدخل ثم إلي التروس في نهايته و المعشق مع ترس عمود التوزيع .

يتم في هذا الوضع تحريك وحدة التزامن (جلبة الترس الخامس) فيتم تعشيقها مع أسنان ترس علي عمود التوزيع و المعشق دائما مع ترس علي العمود الرئيسي عن طريق من عمود المدخل ثم عمود التوزيع فوحدة التزامن وهي بدورها بها مراود دائمة التعشيق مع عمود التوزيع فتنتقل الحركة منه إلي وحدة التزامن ثم ترس السرعة الخامسة علي العمود الرئيسي و يتم الحصول علي السرعة الخامسة ،وكما تشير اتجاهات الأسهم .

وفي هذه التعشيقة تكون نسبة التخفيض أقل من (١) أي ما تسمى بالتعشيقة فوق السرعة أي أن السرعة الخارجة من صندوق السرعات تكون أكثر من السرعة الداخلة ، و العزم العكس أي أن العزم الخارج من صندوق السرعات أقل من العزم الداخل

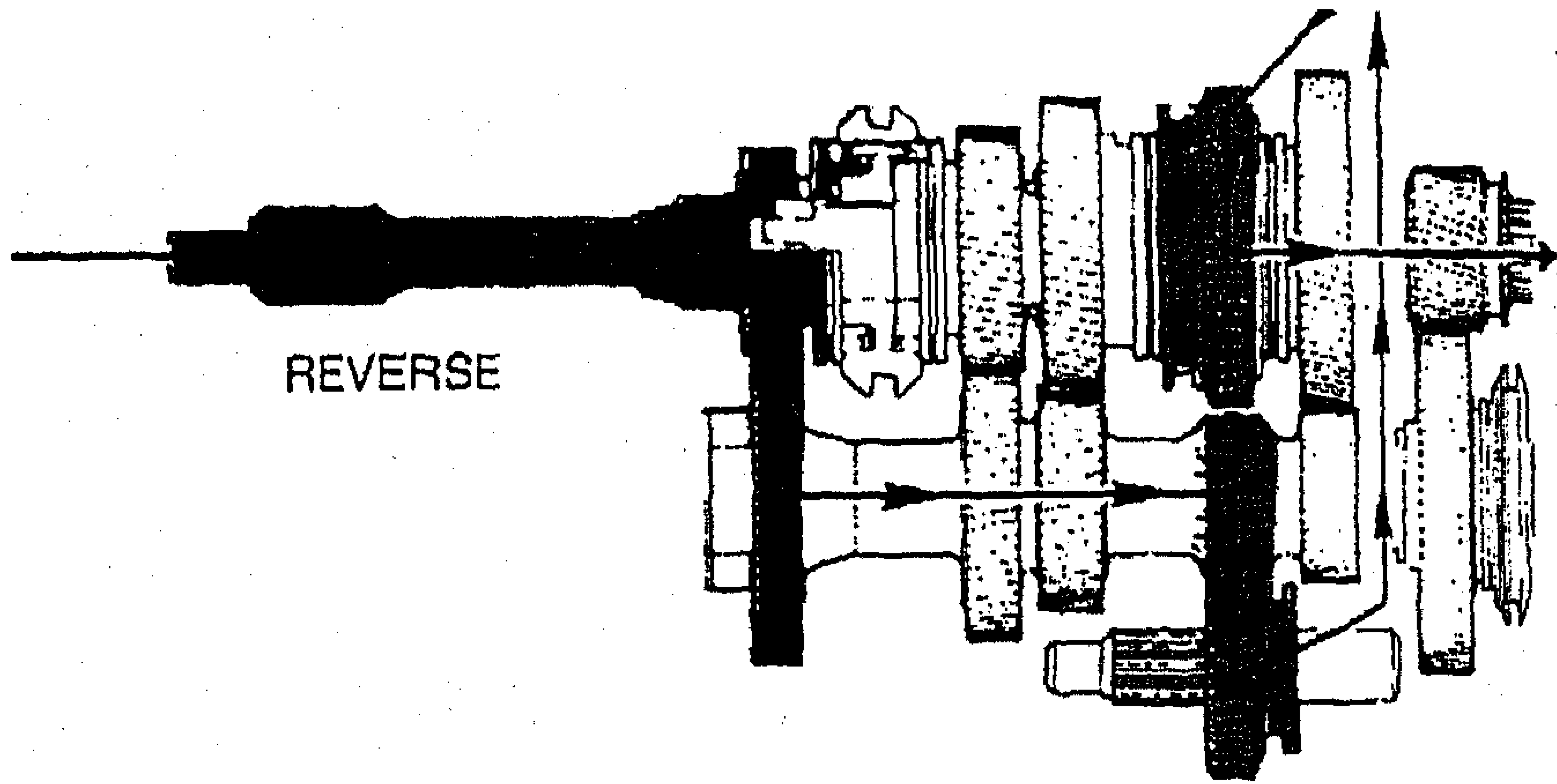
(من المحرك) .



وضع التعشيقة الخامسة

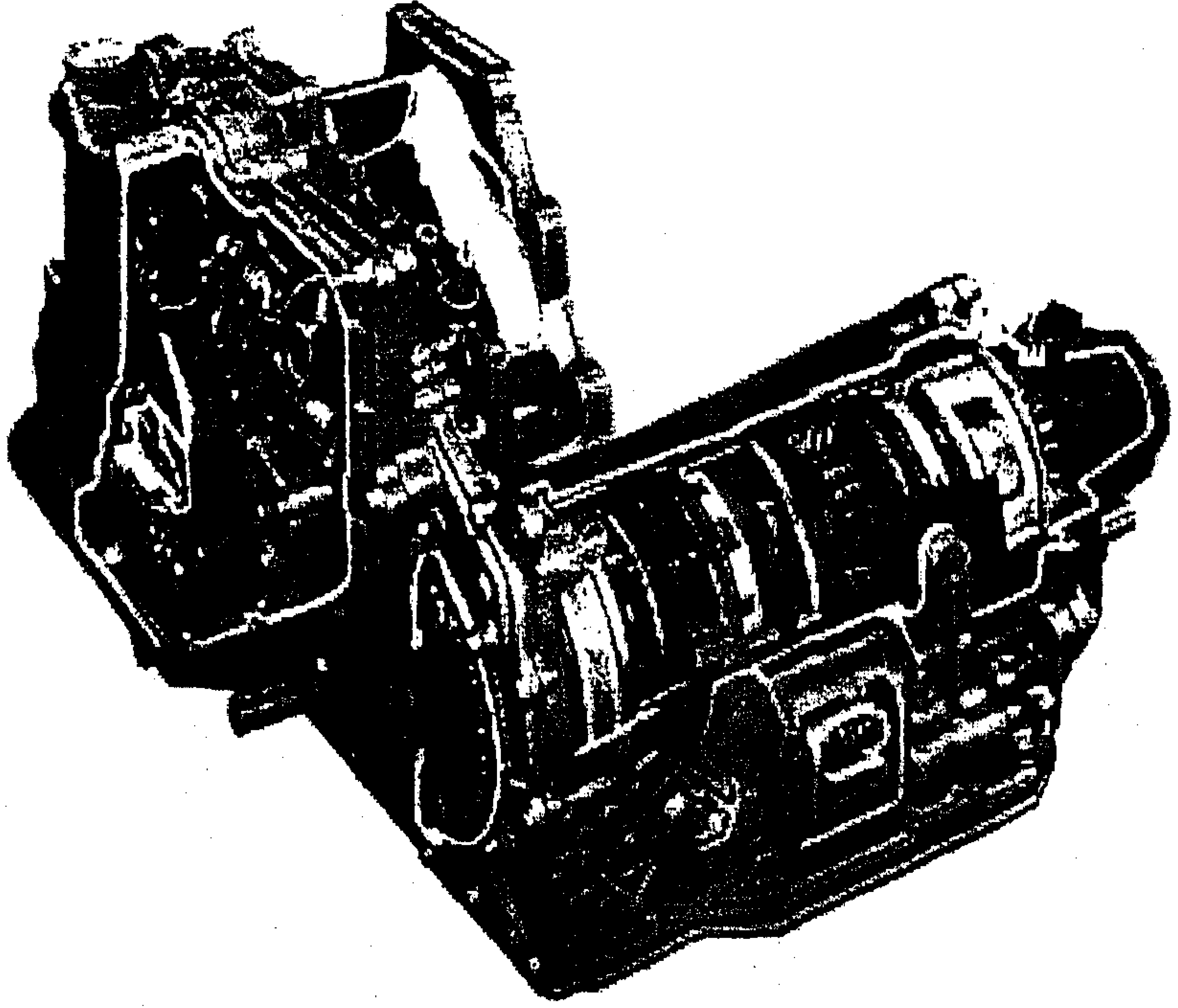
٦- وضع التعشيقة الخلفية :

الشكل يوضح وضع التعشيقة الخلفية بالنسبة لصندوق التروس دائم التعشيق ، وفي هذا الوضع الحركة تصل من المحرك إلى عمود الدخل ثم إلي الترس في نهايته و المعشق باستمرار مع ترس عمود التوزيع ، و يتم في هذا الوضع تحريك وحدة التزامن (جلبة الترس الخلفية) فيتم تعشيقها مع أسنان ترس السرعة الخلفية علي عمود التوزيع و المعشق دائما مع ترس علي العمود الرئيسي .فيتم نقل الحركة للعمود الرئيسي كما يلي من عمود الدخل ثم عمود التوزيع فالترس الوسيط للسرعة الخلفية ثم ترس السرعة الخلفية علي العمود الرئيسي فوحدة التزامن ثم العمود الرئيسي و يتم الحصول علي السرعة الخلفية ، وكما تشير اتجاهات الأسهم .



وضع التعشيقة الخلفية

صندوق التروس الأوتوماتيكي



صناديق التروس الفلكية (الكوكبية)

في هذا النوع يتم الاستغناء معه عن رافعة تغيير السرعة (عصا الفتيس) وكذلك دواسة القابض لأنه يستخدم مع القابض الهيدروليكي ويتم التحكم فى حركة السياره عن طريق دواسة البنزين ، ورافعه موجود على عمود القيادة يمكن بواسطتها اختيار نسبة التخفيض المناسبه أو وضع الحياد .

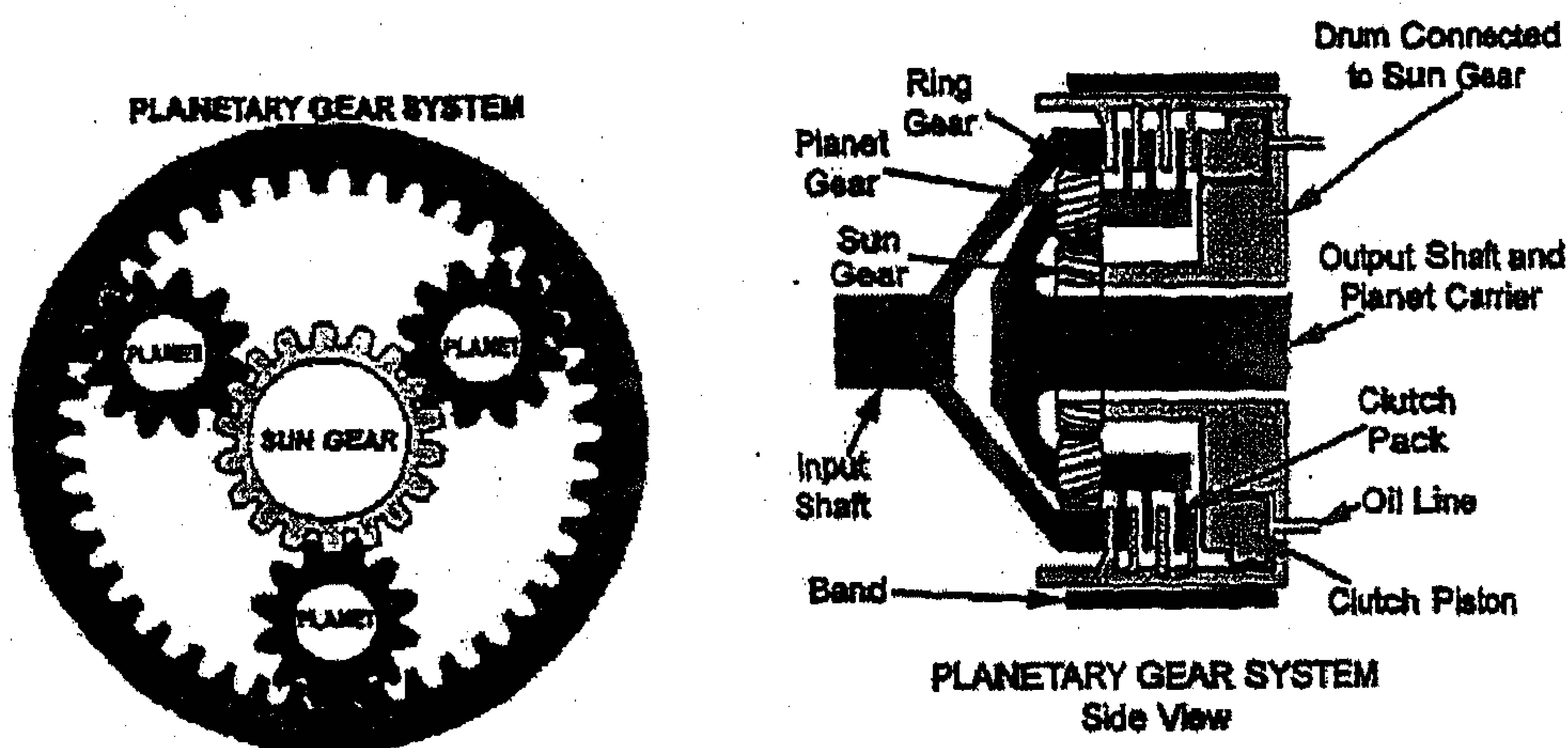
والشكل المقابل يبين مجموعة تروس كوكبية تعطي اربع سرعات أمامية وسرعة خلفية ، وهذه المجموعة تتكون من :

١. الترس الشمس Sun Gear، ومتصل بعمود الدخل .

٢. التروس الكوكبية Planet Gear ، وتكون إما اثنين أو ثلاثة أو اربعة ، وتوضع على مسافات متساوية على المحيط الخارجي للترس الشمسي، وتعشق هذه التروس مع الترس الشمس والترس الحلقى وممسوكه بواسطه حامل بحيث يسمح لها بالدوران حول نفسها، وفى نفس الوقت تدور مع الحامل .

٣. حامل التروس الكوكبية Planet Carrier تثبت عليه التروس الكوكبية ومتصل بعمود الخرج .

٤. الترس الحلقي Ring`Gear وله أسنان داخلية معشقة مع التروس الكوكبية.



وهذه المجموعة يمكن الحصول منها على نسب تخفيض مختلفة عن طريق إما فرملة أحد أعضاء المجموعة أو إمساك عضو ين معاً أو تغيير وضع اتصال عمود الدخل وعمود الخرج وتتم عملية التحكم عن طريق رافعة موجود على عمود القيادة .

مميزات صندوق التروس الفلكية :

١. توزيع الحمل على عدة أسنان .

٢. سهولة تغيير السرعة .

العيوب :

١. تركيبة معقد لكثرة الأجزاء .

٢. صعب الإصلاح والصيانة .

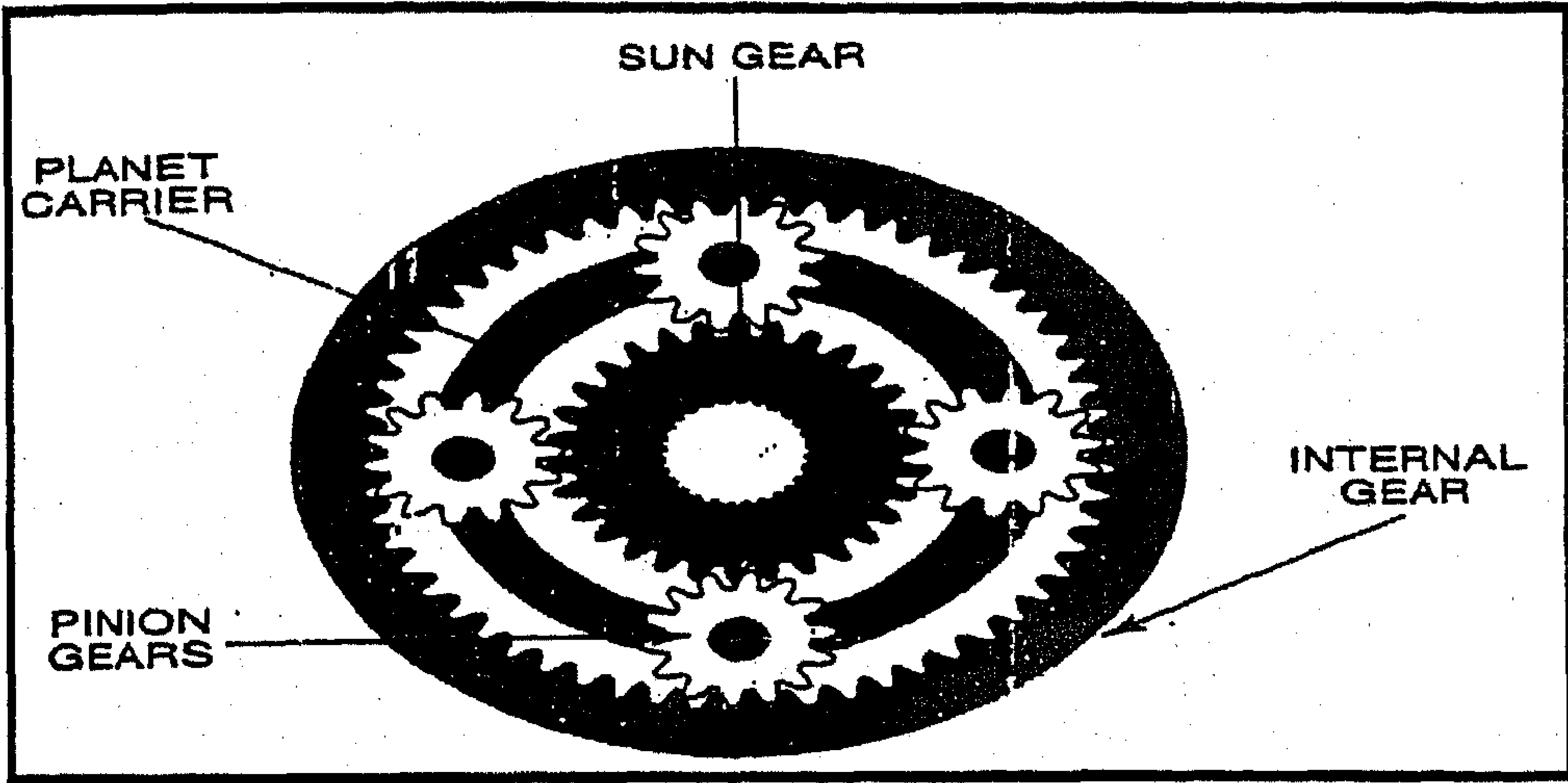
٣. وزنه كبير وغالي الثمن .

والجدول التالي يبين أوضاع التعشيق المختلفة وهو أحد التصميمات .

وضع التعيشق	اتصال عمود الدخل	اتصال عمود الخروج	امساك عضوين	فرملة عضو
الحياد	الترس الشمسي	حامل التروس الكوكبية		
السرعة المنخفة	الترس الشمسي	حامل التروس الكوكبية		الترس الحلقي
السرعة المتوسطة	الترس الحلقي	حامل التروس الكوكبية		الترس الشمسي
السرعة المباسئ	الترس الشمسي	حامل التروس الكوكبية	الترس الحلقي + الترس الشمسي	
السرعة الخلفية	الترس الشمس	الترس الحلقي		حامل التروس الكوكية
السرعة فوق المباشرة	حامل التروس الكوكبية الترس الحلقي			الترس الشمسي

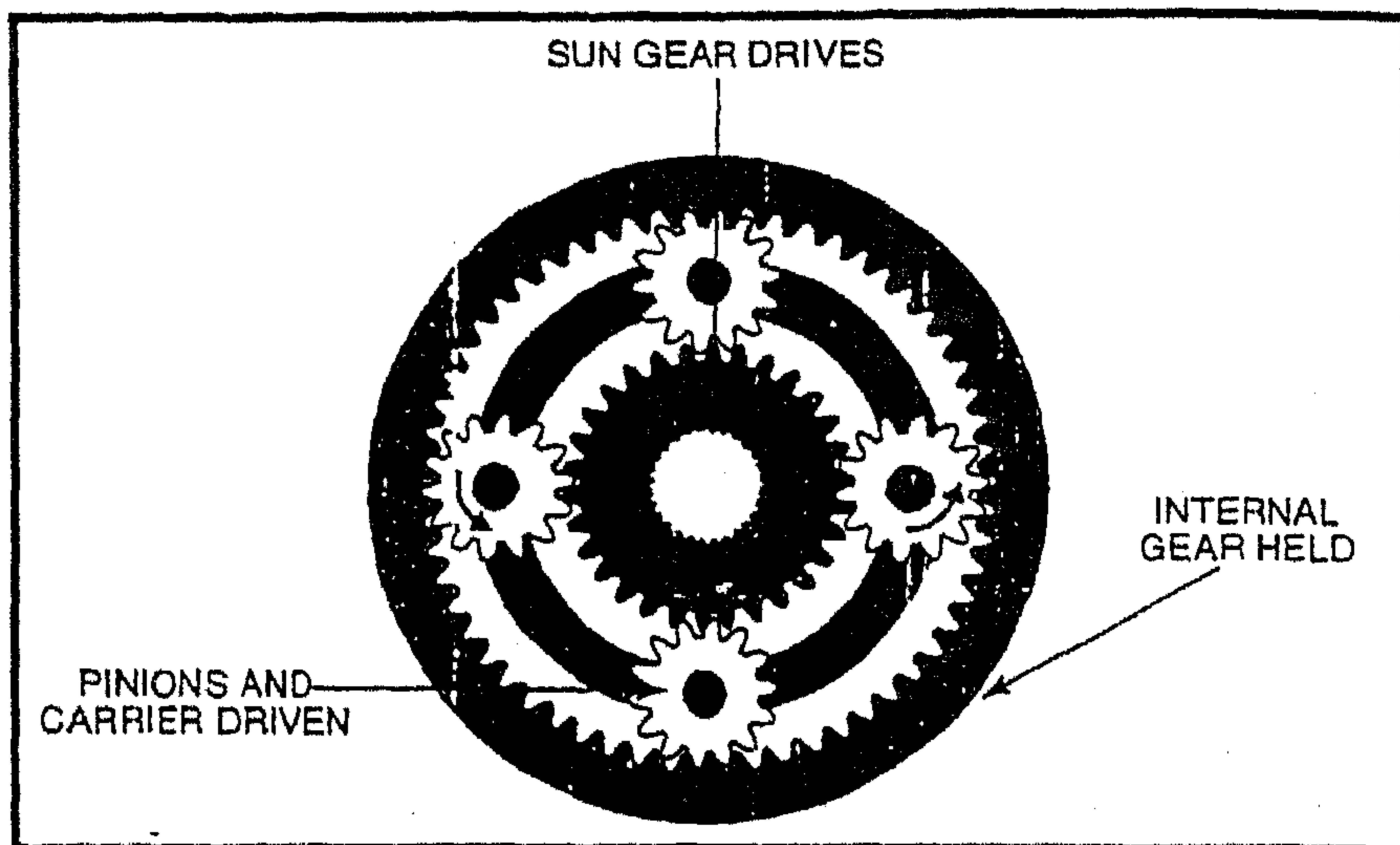
وضع الحياد :

يتصل عمود الدخل بالترس الشمسي، وعمود الخــرج بالحامــل والتــروس الكوكبية، وبدور الترس الشمس فى اتجاه عقارب الساعة تدور التروس الكوكبية حول نفسها، وبما ان الترس الحلقي حراً فلا توجد لدي أسنانه نقط أرتكاز تعمل على بـذل قوة وبالتالي لا تتدحرج التروس الكوكبية حول الترس الشمسي، وينقاد الترس الحلقي عكس عقارب الساعة .



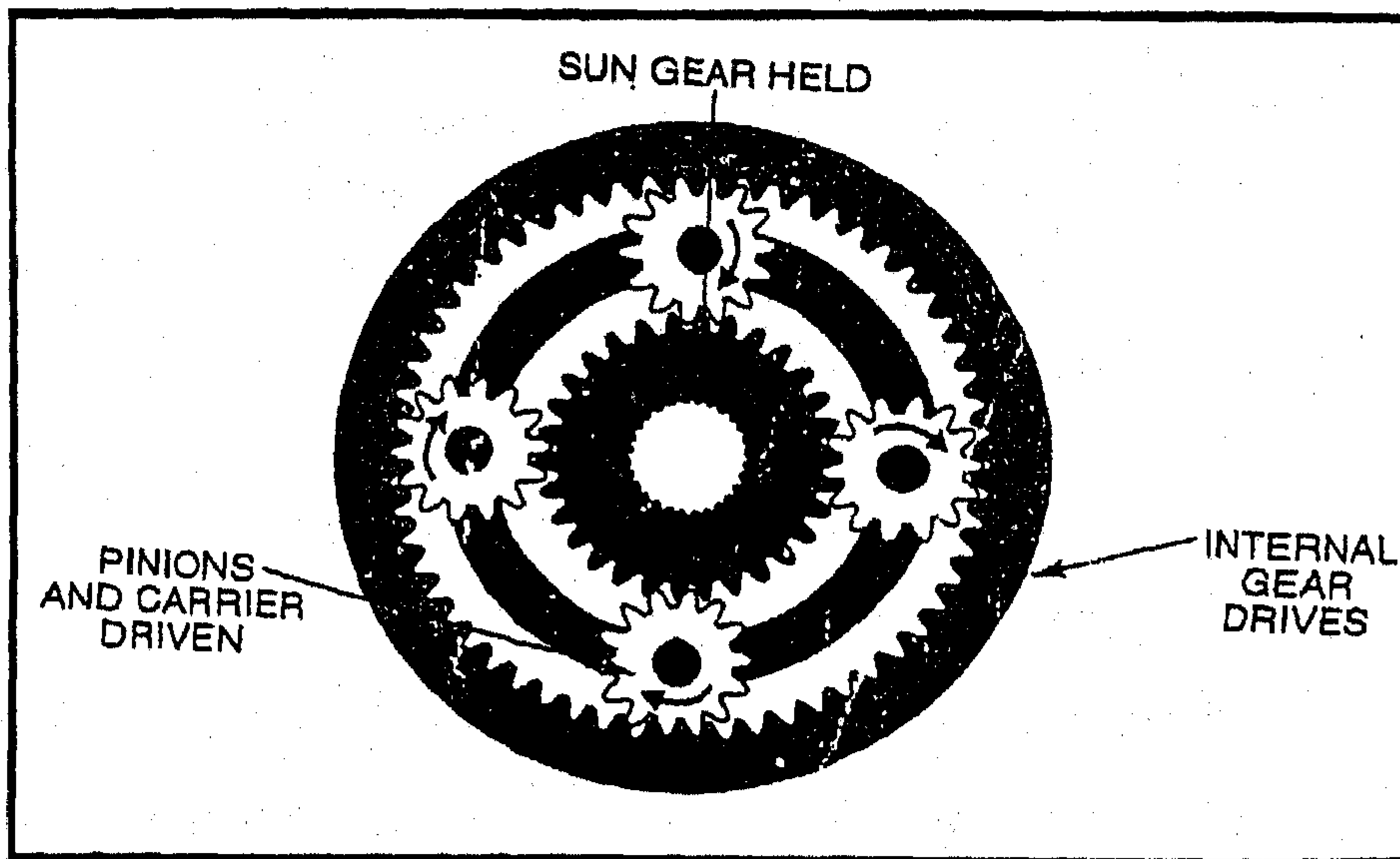
السرعة المنخفضة (الأولى)

يتصل عمود الدخل بالترس الشمسي وعمود الخرج بحامل التروس الكوكبيـة ويتم عمل فرملة على الترس الحلقي وبدور الترس الشمسي فى اتجاه عقارب الساعة، وتدور التروس حول نفسها وفى نفس الوقت تتدحرج حول الشمس كما بتين الأسهم ، وتكون نسب التخفيض كبيرة .



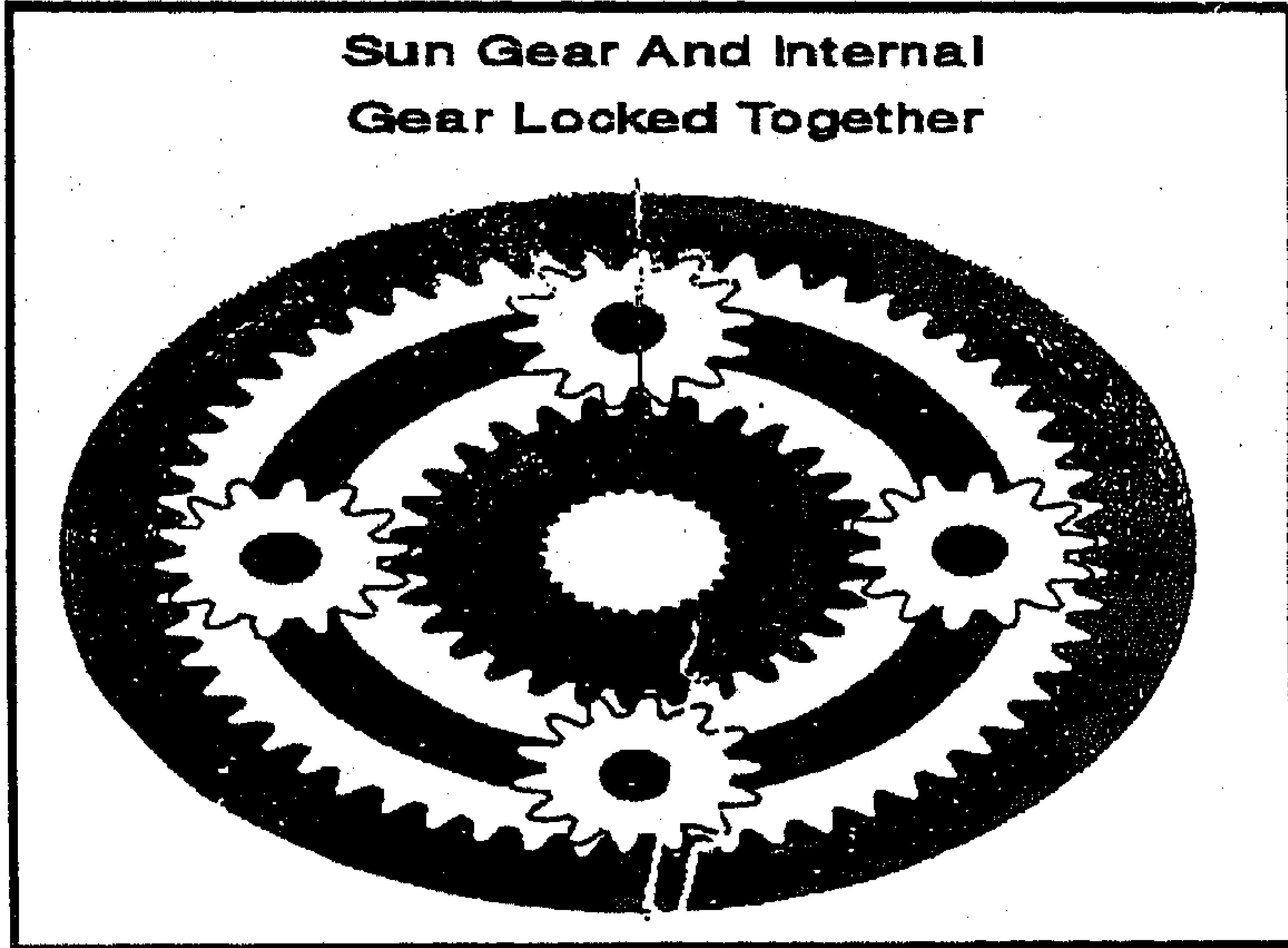
السرعة المتوسطة (الثانية) :

يتصل عمود الدخل بالترس الحلقي وعمود الخرج بحامل التـــروس الكوكبيـــة وتنقاد التروس كما تبين الأسهم وتكون نسبة التخفيض أقل من الحالة السابقة .



السرعة المباشرة (الثالثة)

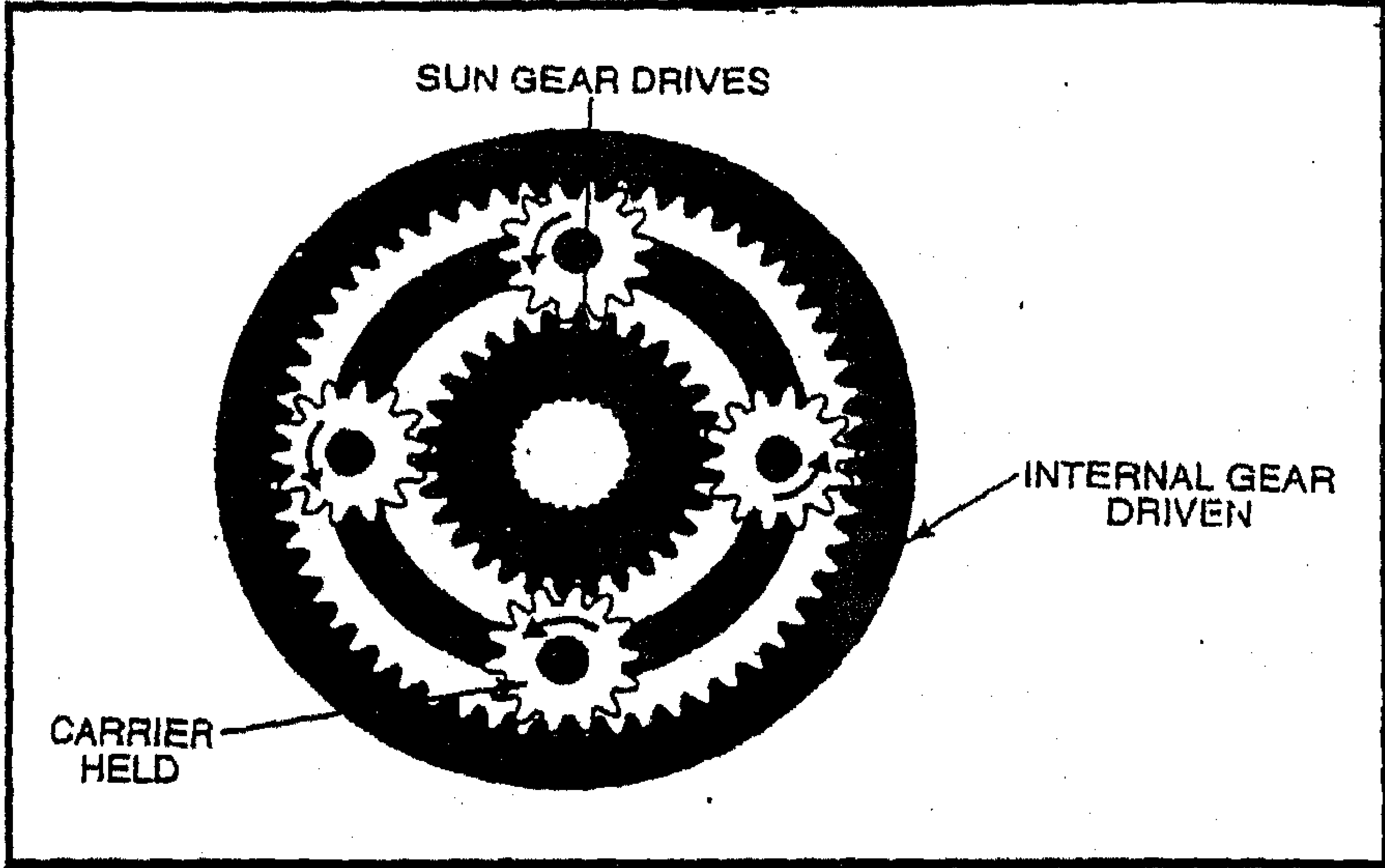
يتصل عمود الدخل بالترس الشمسي ، وعمود الخرج بحامل التروس الكوكبية ويتم إمساك كل من الترسين الشمسي والحلقي بواسطة قابض فعند إدارة عمود الدخل يدور الترس الشمسي فى اتجاه عقارب الساعة ومعه الترس الحلقي بنفس السرعة ونفس الاتجاه وفى هذه الحالة لا نستطيع التروس الكوكبية الدوران حول محاورها، وأنما تجير على الدوران فى مسار دائري فى نفس اتجاه الترسين الشمسي والحلقي بنفس السرعة ونفس الاتجاه. وبالتالي فإن عمود الخرج المتصل مع التروس الكوكبية يدور بنفس سرعته عمود الدخل المتصل مع الترس المشسي .



السرعة الخلفية :

يتصل عمود الدخل بالترس الشمسي، وعمود الخرج بالترس الحلقي ويتم فرملة حامل التروس الكوكبية. فعند دوران عمود الدخل يدور الترس الشمسي في اتجاه عقارب الساعة وتدور التروس الكوكبية حول محاورها (نفسها) فى اتجاه ضد

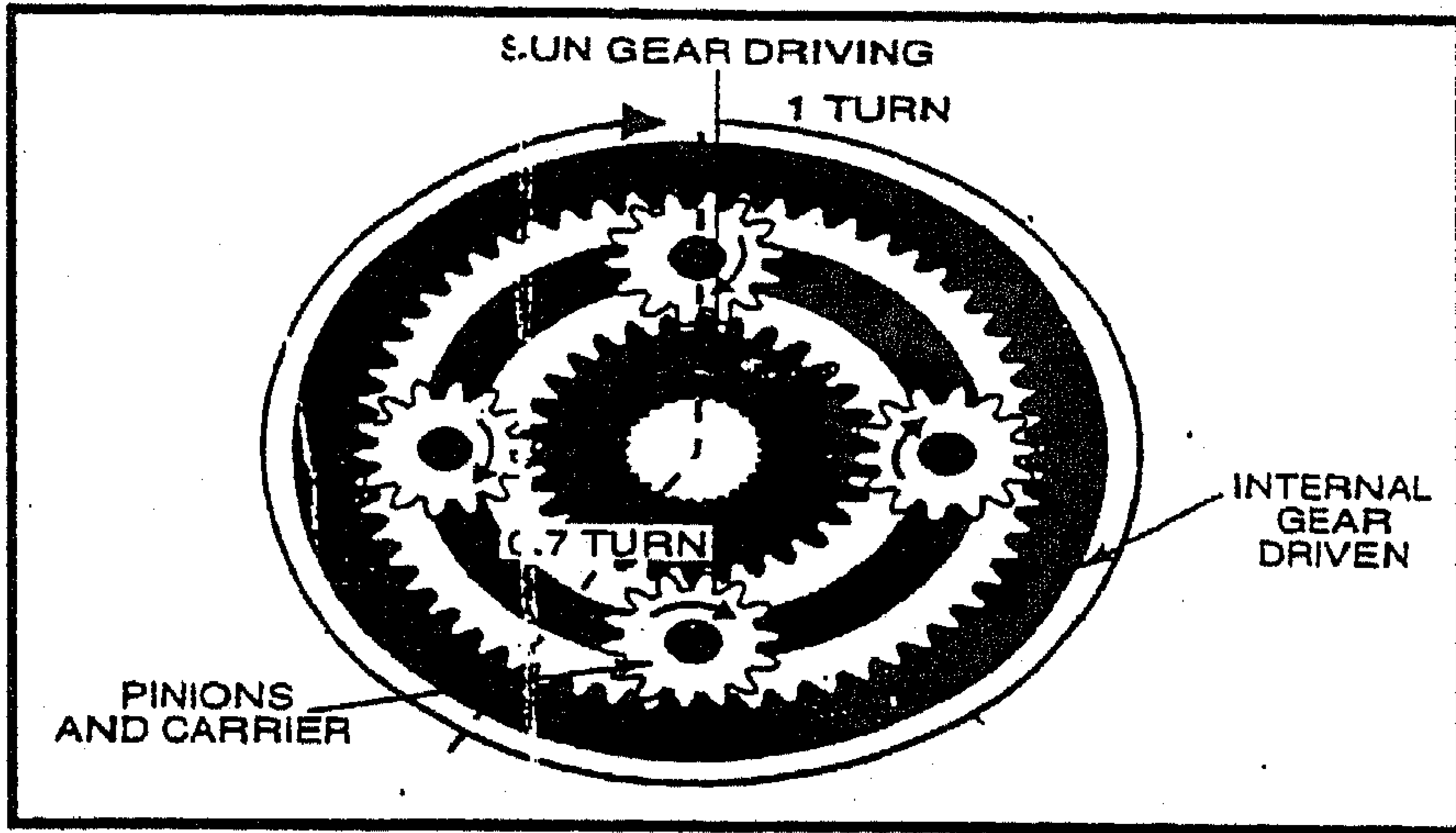
عقارب الساعة. وبالتالي يدور الترس الحلقي فى عكس اتجاه عقارب الساعة (أى فى عكس اتجاه دوران الترس الشمسي) وبسرعة أقل من الترس الشمسي .



السرعة فوق المباشرة :

يتصل عمود الدخل بحامل التروس الكوكبية، ويتصل عمود الخرج بـــالترس الحلقي، ويتم فرملة الترس الشمسي .

فعند إدارة عمود الدخل يدور حامل التروس الكوكبية فى اتجاه عقارب الساعة ويدفع الحامل فى اتجاهه التروس الكوكبية، وفى نفس الوقت تدور التروس الكوكبيـــة حول نفسها لأن الترس الشمسي مثبت . وتقوم التروس الكوكبيـــة بتحريـــك التـــرس الحلقي فى اتجاه عقارب الساعة أيضا، ومن ثم عمود الخرج بسرعة أعلى من سرعة عمود الدخل .



القابض ذو الدلافين الاسطوانية Roller clutch :

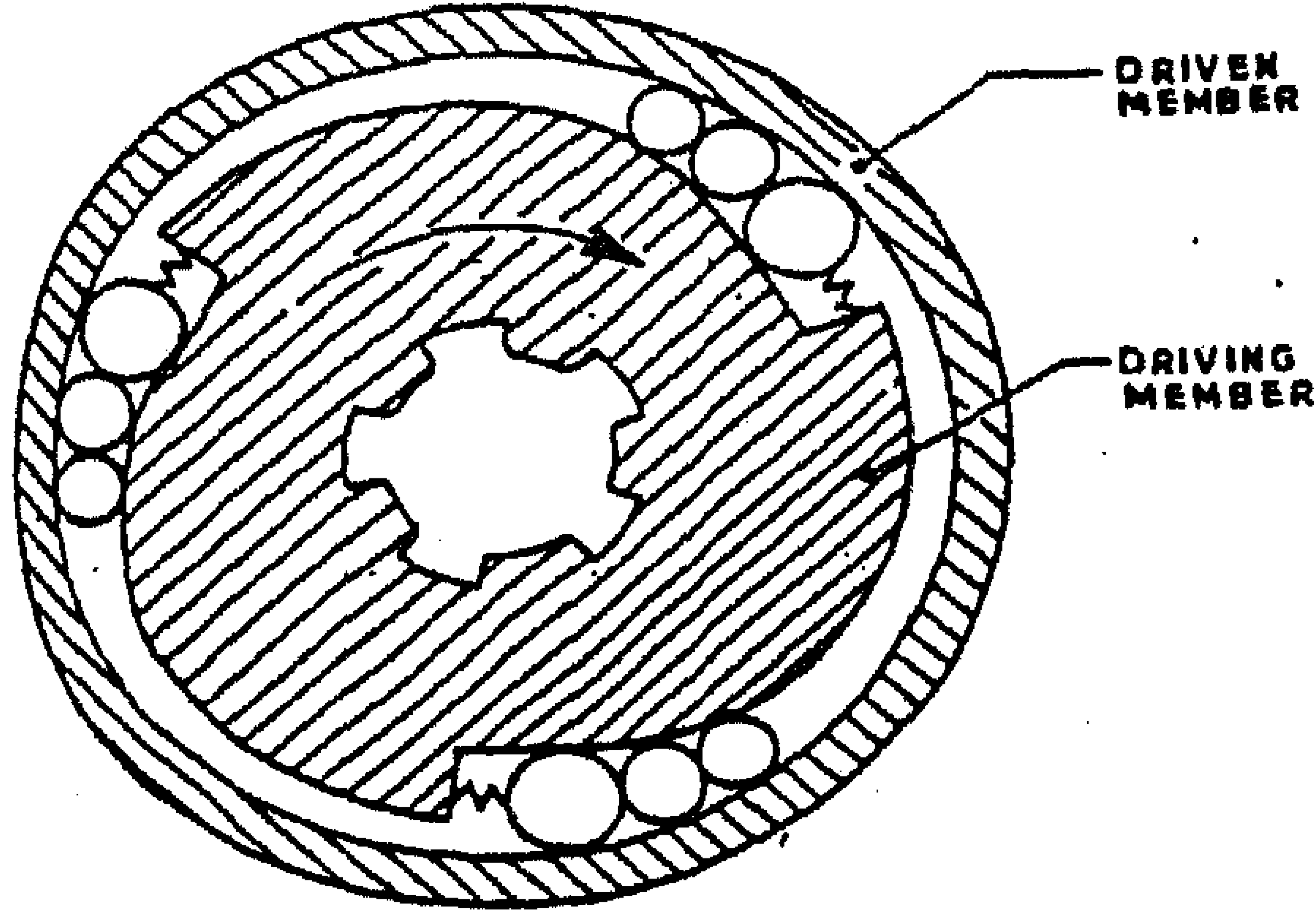
يتكون كما بالشكل من ثلاث أجزاء :

الصرة الداخلية inner hub ويشكل على سطحها الخارجى حواف مائلة cams ويركب على هذه الصرة مجموعة من الأسطوانات المصلدة تحمل داخل قفص حديدى مرن وتوضع بين الصرة الداخلية والخارجية ويشكل القفص الحديدى بحيث يحتوى يايات ارجاع تجعل الاسطوانات دائما فى حالة عدم وصل بين الصرتين الداخلية والخارجية .

طريقة عمل الدوارة الحرة (القابض الأحادى) :

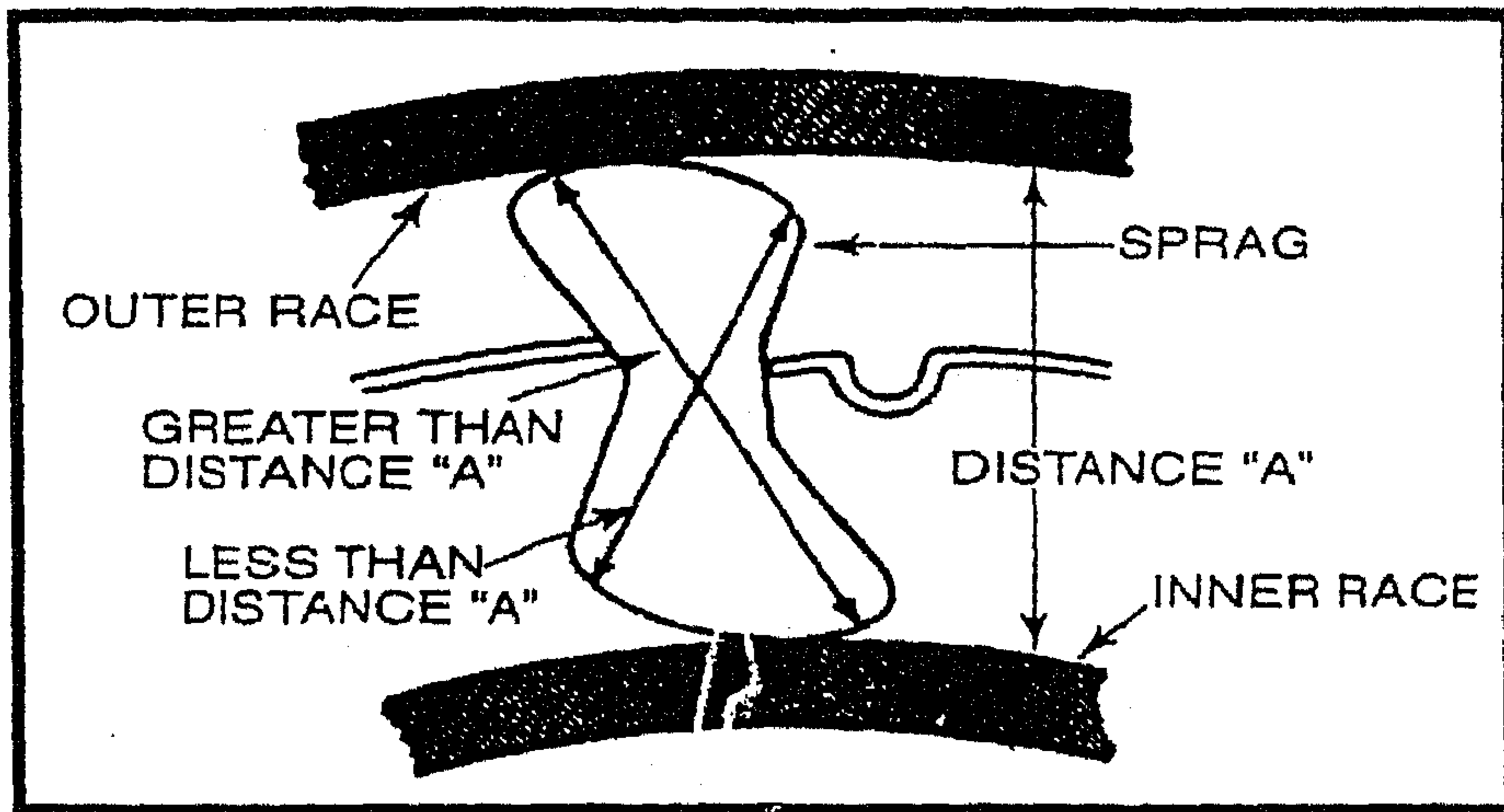
١. عندما تدور الحلقة الداخلية (القلئدة) حسب اتجاه المحرك فى الاتجاه المبين بالسهم، فتتدحرج الكرات فى اتجاه الحيز الضيق نتيجة القصور الذاتي وتصبح كخابور يصل الحلقتين معا وتدور الحلقة الخارجية (المنقادة) بنفس سرعة الحلقة الداخلية (القلئدة).

٢. عندما تزيد سرعة الحلقة الخارجية (المنقادة) عن الحلقة الداخلية (القائدة) فإن الكرات تعود للحيز الواسع ضاغطة اليايات وتصبح كل حلقة حرة عن الأخري ويتم فصل الحركة بينهما .

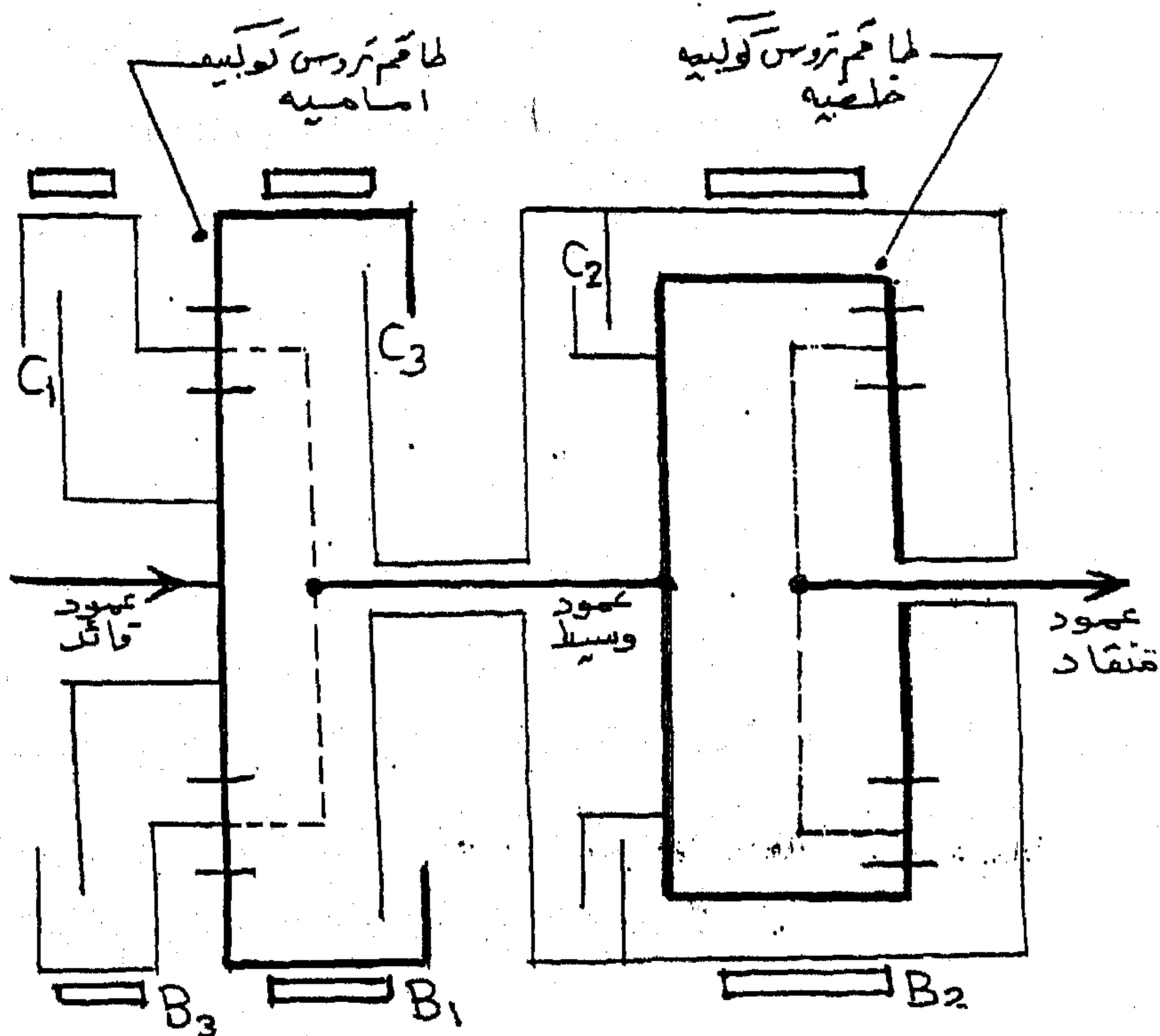


القابض ذو الدلافين sprag clutch :

أقل شيوعا عن القابض ذو الاسطوانات ويستخدم دلافين مسطحه مع حواف دائرية وتشكل الدلافين بحيث تكون لها قطرين أحدهما أكبر من المسافة بين الصرتين A كما بالشكل والآخر أقل من المسافة A . وعند دوران الصرة الخارجية (القائدة) فى عكس اتجاه دوران عقارب الساعة تنزلق على الدلافين ولا تنقل الحركة للصرة الداخلية وعند عكس اتجاه دوران الصرة الخارجية (تزنق) تحشر الدلافين بسبب اتصال الحواف الأطول بين الصرتين وتنقل الحركة إلى الصرة الداخليـة. لكن إذا حاولت الحلقة الخارجية الدوران فى الاتجاه المعاكس (B)، فإن القدات الموقفة لمنع الدوران لا يمكنها الانحناء لأسفل لأن المسافة L_2 أكبر من المسافة L، نتيجة لذلك تعمل القدات الموقفة لمنع الدوران كأوتاد وتقفل الحلقة الخارجية لتمنعها من الحركة ويركب باى احتجاز والذى يبقى على القدات الموقفة لمنع الدوران منحنية قليلاً فى جميع الأوقات فى الاتجاه الذى يقفل الحلقة الخارجية.



صندوق تروس اتوماتيكي يحتوي على مجموعتين فلكيتين (كوكبيتين) والمسمي ناقل الحركة الاتوماتيكي .



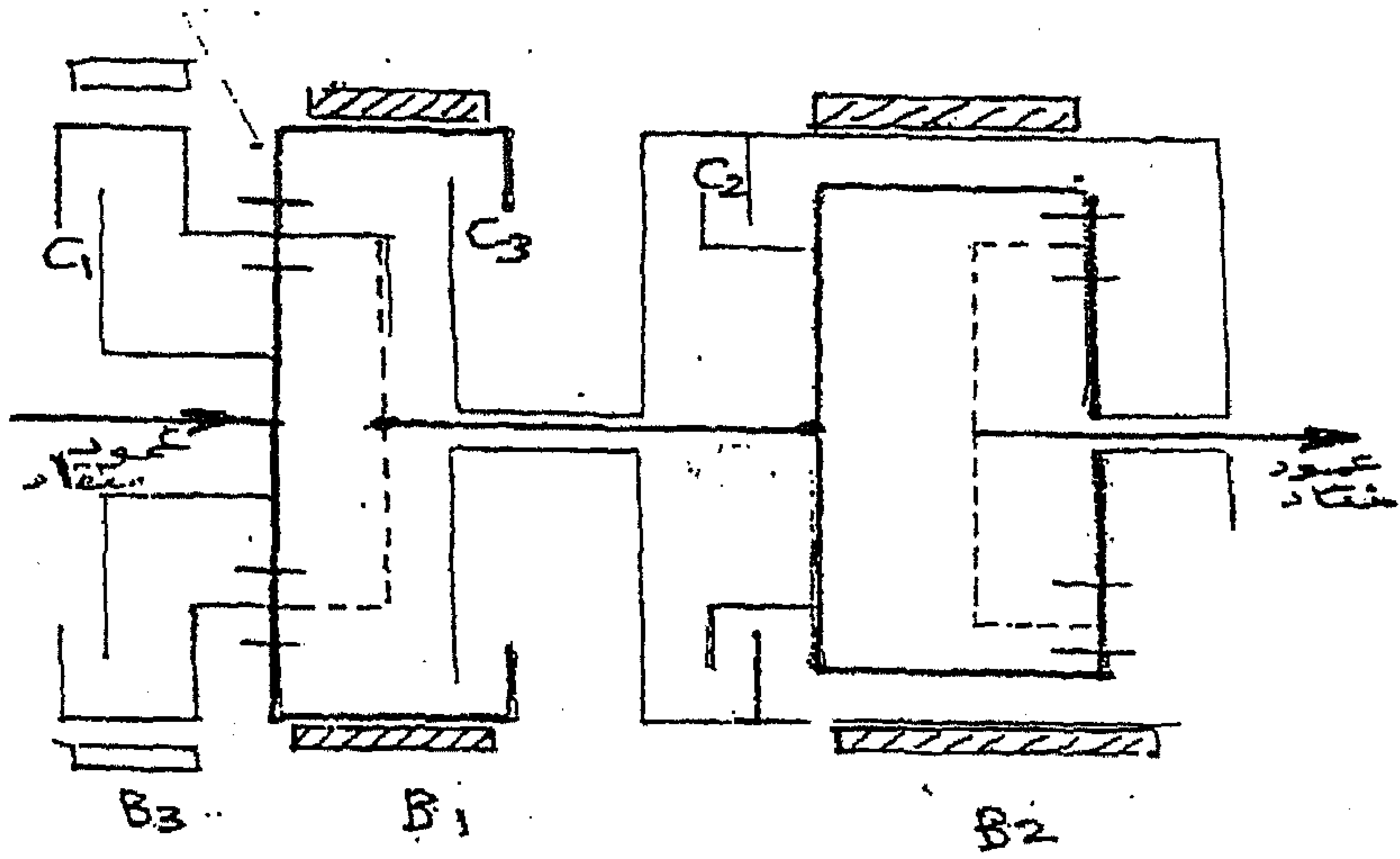
تتكون المجموعة كما بالشكل من مجموعتين كوكبيتين متصلين معاً كما بالشكل، ويتم الحصول من هذه المجموعة على أربعة سرعات أمامية وسرعة خلفية عن طريق مجموعة من الفرامل B_1, B_2, B_3 وكذلك القوابض C_1, C_2, C_3 ويتم ذلك وفقا للجدول التالية :

التعشيقه	فرملة (تثبيت)	قبض (أمساك)
الأولى	حلقي أمامى (B_1) ، شمسي خلفي (B_2)	
الثانية	حلقي أمامي (B_1)	حلقي خلفي ، شمسي خلفي C_2
الثالثة	شمس خلفي (B_2)	شمس أمامي ، الحامل الكوكبي الأمامي C_1
الرابعة	.	المجموعة الكوكبية الأمامية C_1 المجموعة الكوكبية الخلفية C_2
الخلفية	حامل التروس الكوكبية الأمامي (B_3)	حلقي أمامى ، شمس خلفي C3

السرعة الأولى :

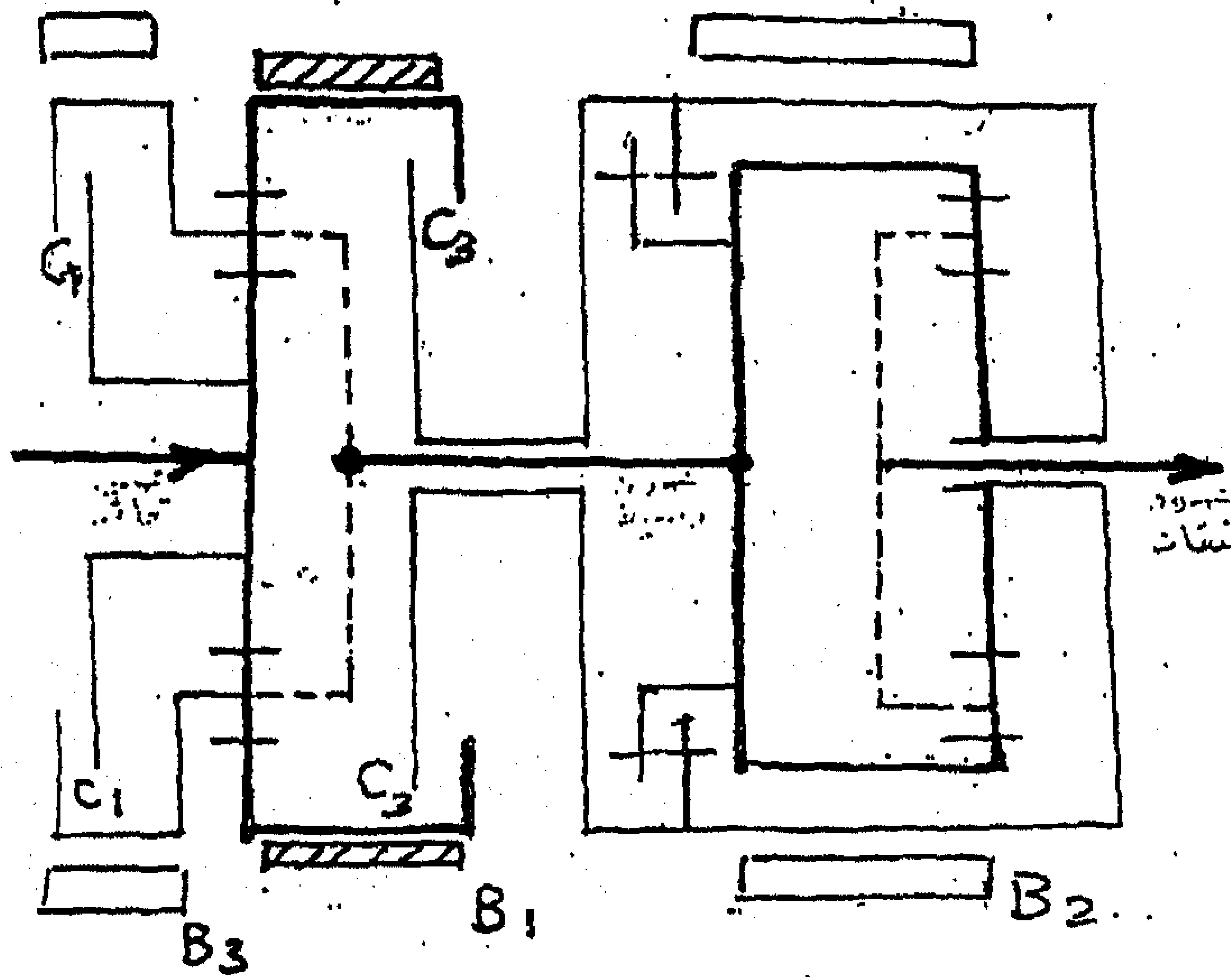
يتم فرملة الترس الحلقي الأمامي بالفرملة B1 وكذلك فرملة الترس الشمسي الخلفي بالفرملة B2 ويكون مسار انتقال القوة كالتالي :

يقوم العمود القائد بإدارة التروس المشسي الأمامي ومن إدارة التروس الكوكبية الأمامية التى تتدحرج على الترس الحلقي المثبت بالفرملة B1 فيدور كل من حامل التروس الكوكبية والتالي العمود الوسيط فى نفس اتجاه العمود القائد فيدور الترس الحلقي الخلفي مع العمود الوسيط فتتدحرج التروس الكوكبية الخلفية على الترس الشمسى الخلفي المثبت بالفرملة B2 وبالتالي يدور حامل التروس الكوكبية الخلفية فيدير العمود المنقاد المتصل معه بنسبه تخفيض عالية للسرعة .



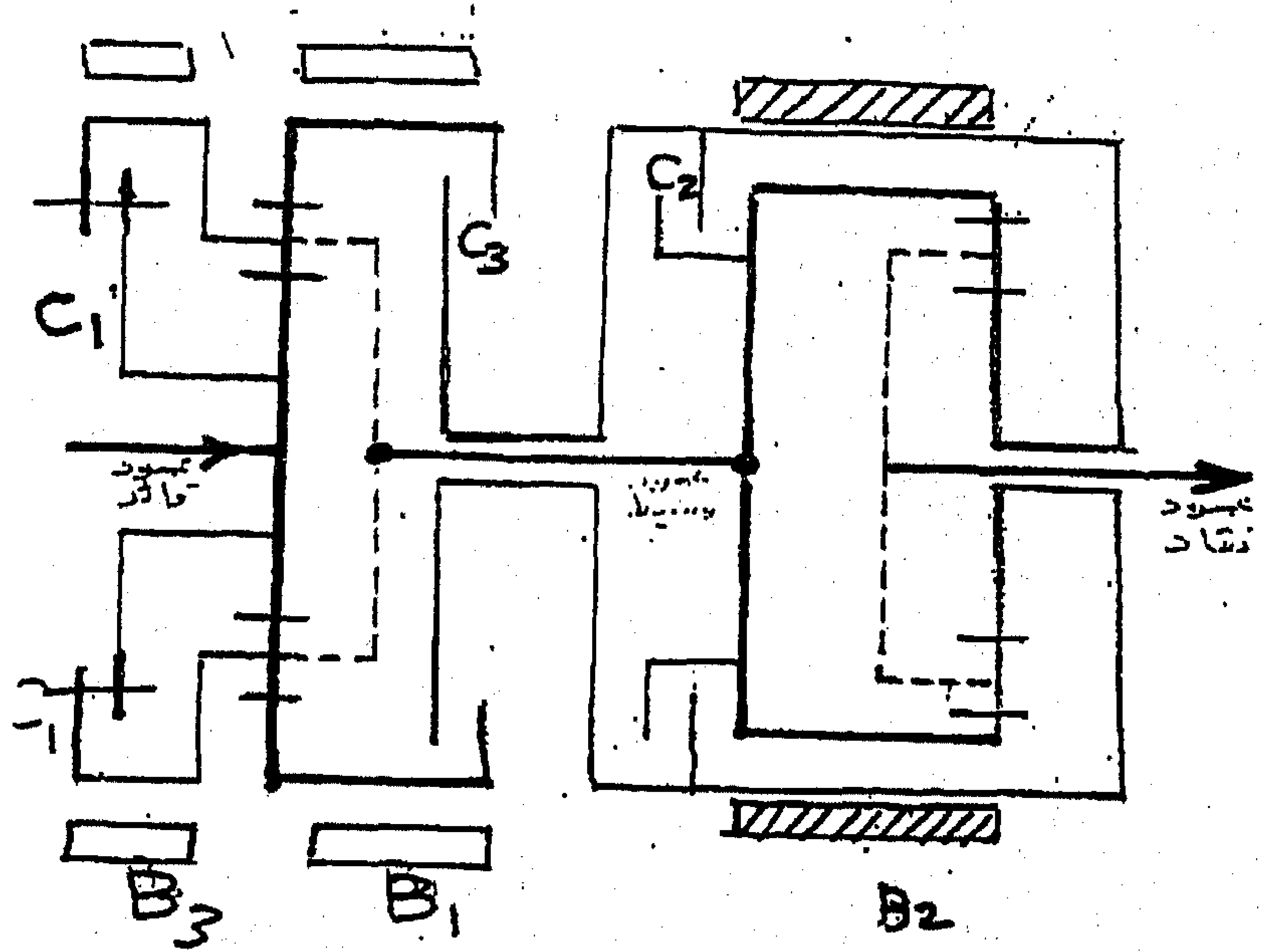
السرعة الثانية :

يتم فرملة الترس الحلقي الأمامي وكذلك يتم تثبيت كل من الترسين الحلقي والشمسي الخلفيين بواسطة القابضة C2 وبذلك يتم وقف عمل مجموعة التروس الكوكبية الخلفية وتدور المجموعة الخلفية كوحدة واحدة بنسبة ١ : ١ ، وبذلك تكون سرعة دوران العمود المنقاد للمجموعة الكوكبية مساوية السرعة دوران العمود الأوسط وتكون نسبة النقل الكلية مساوية لتلك الخاصة بالمجموعة الأولى .



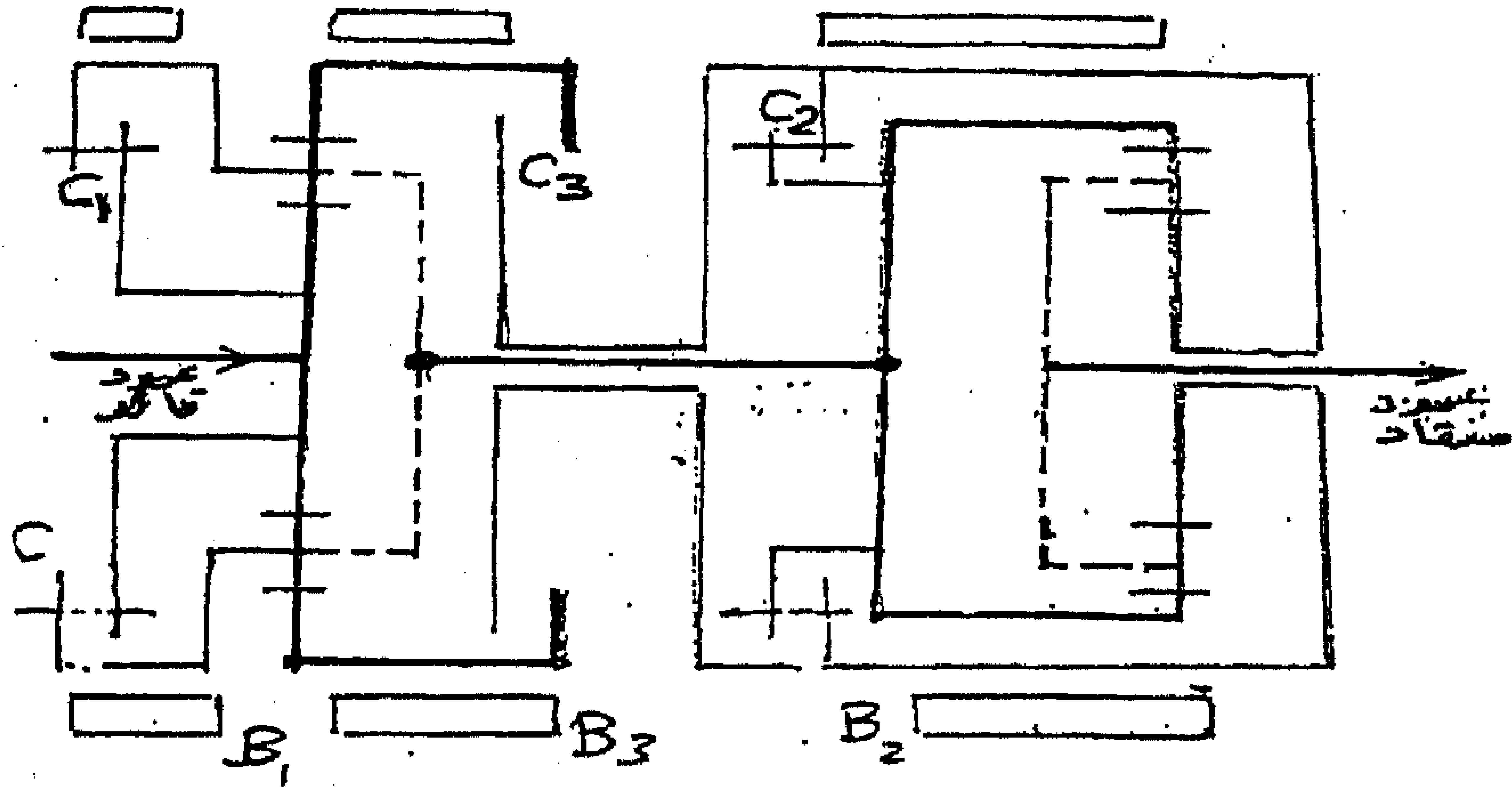
السرعة الثالثة :

يثبت كل من الترس الشمسي الأمامي وحامل الترس الكوكبية الأمامية بواسطة القابض C1 وبذلك يوقف عمل مجموعة التروس الكوكبية الأمامية وتدور المجموعة كلها كوحدة واحدة وبنسبة ١ : ١ ويدور العمود الوسيط بنفس سرعة عمود الدخل (العمود القائد) ويعمل العمود الوسيط على أدارة الترسي الحلقي، فتدور التروس الكوكبية الخلفية وتتدحرج ويدور حامل التروس الكوكبية الخلفية والعمود المنقاد فى نفس اتجاه دوران الترس الحلقي الخلفي، وتكون نسبة يقل الحركة الكلية مساوية لتلك الخاصة بالمجموعة الثانية، ولكن بتخفيض أقل .



السرعة الرابعة :

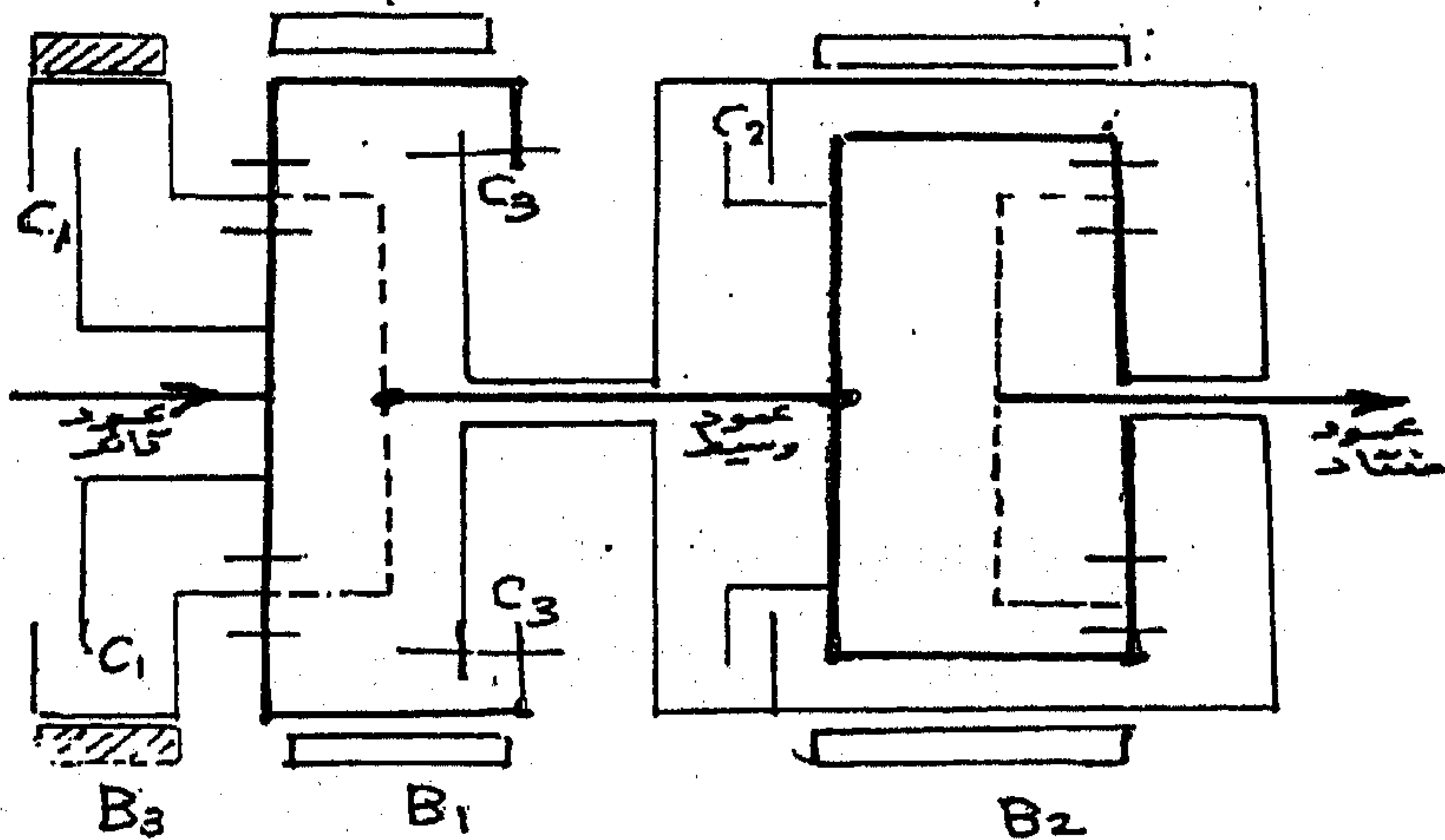
يتم تثبيت المجموعة الأمامية (الشمسى وحامل التروس الكوكبية) بواسطة القابض؟ ويتم تثبيت المجموعة الكوكبية الخلفية (الشمس الحلقي) بواسطة القابض C_2 وبذلك تدور المجموعتين كلها معاً ككتلة واحدة دون أى تغيير فى نسبة النقل وبالتالي نسبة النقل الكلية هنا ١: ١ .



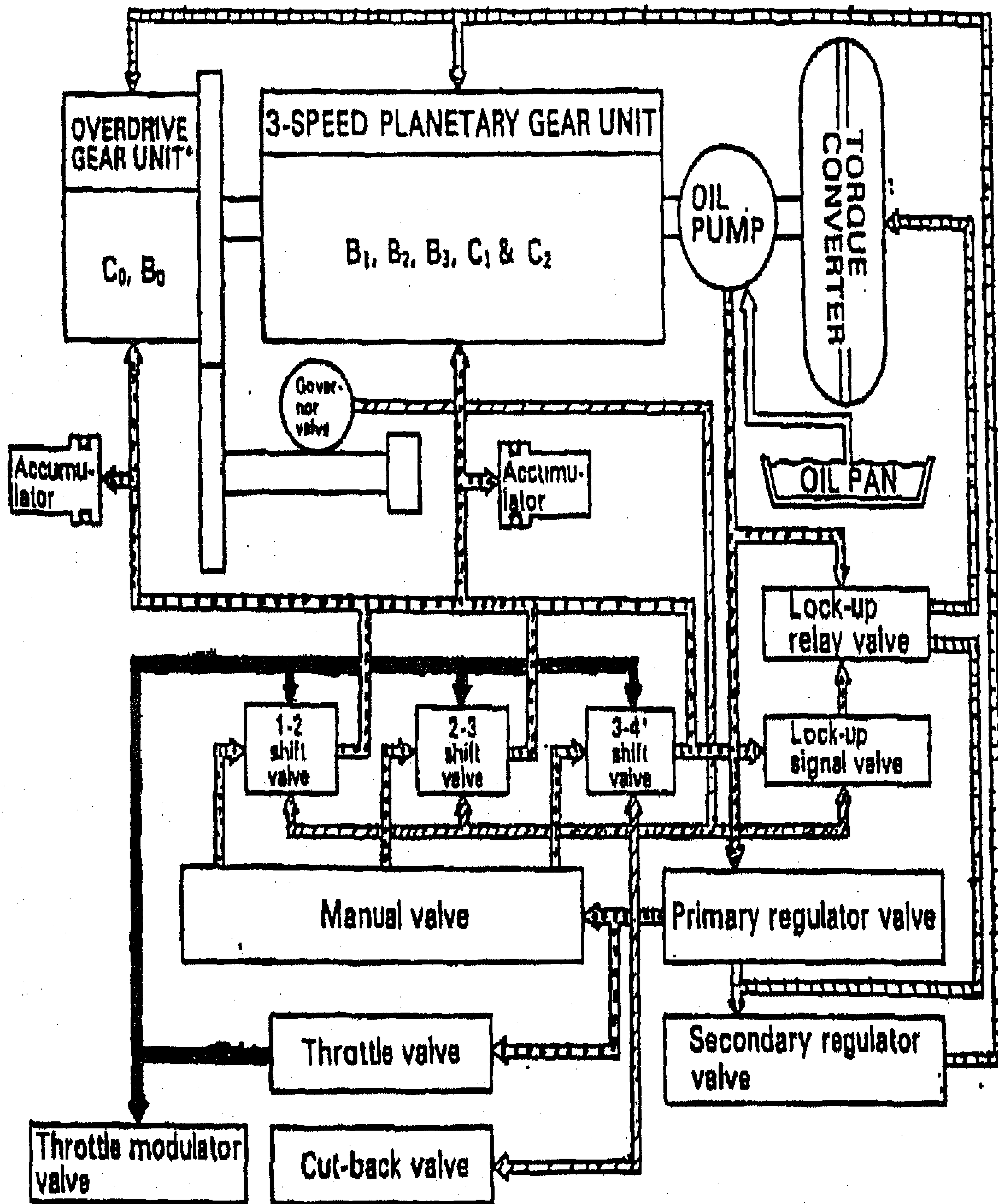
السرعة الخلفية :

يثبت حامل التروس الكوكبية الأمامي بواسطة الفرملـــة B3 وبالتـــالي يثبــت العمود الوسيط ومعه الترس الحلقي الخلفي ويقوم القابض C3 بوصل الترس الحلقــي الأمامي بالترس الشمس الخلفي، ويكون مسار انتقال القوة كما يلى :

يقوم الترس الشمسي الأمامي بإدارة التروس الكوكبية الأمامية التـى تتــدير الترس الحلقي الأمامي فى اتجاه مضاد، ويقوم الترس الحلقي بإدارة الترس الشمـــسي الخلفي ويدير الترس الشمس بدوره الترس الشمس الخلفي ولكن بسرعة أكثر انخفاضاً وتكون نسبة النقل الكلية عالية عند عكس الحركة .



أجزاء الدورة الهيدروليكية لصندوق التروس الأتوماتيكي:



ضغط الحاكم   الضغط الرئيسى

ضغط الخانق   ضغط التحويل والتزييت

الأنواع الرئيسية للضغط فى الدورة :

١. ضغط الخط الرئيسي للزيت Mainline Pressure

ويسمي أحيانا ضغط التحكم، وهو الضغط الناتج من صمام تنظيم الضغط المأخوذ من مخرج مضخة الزيت ويستخدم للتاثير على روافع أجهزة التأثير الفرملي والقوابض التى تؤثر على التروس الكوكبية. ويعتبر ضغط الخط الرئيسي هو مصدر ضغط الخانق وضغط المنظم .

٢. ضغط الخانق Throttle Pressure

هو ضغط يزداد مع زيادة فتحة صمام الخانق بالمغذي (أى زيادة الحمل) والعكس صحيح ، وهو ناتج من ضغط الخط الرئيسي. ويمكن التحكم فى ضغط الخانق بواسطة روافع ميكانيكية أو عن طريق رداخ التخلخل ويستخدم هذا الضغط مع ضغط المنظم للتحكم فى المكابس الموجودة فى صمام الإزاحة (التغيير) لتحديد التعشيقة المناسبة .

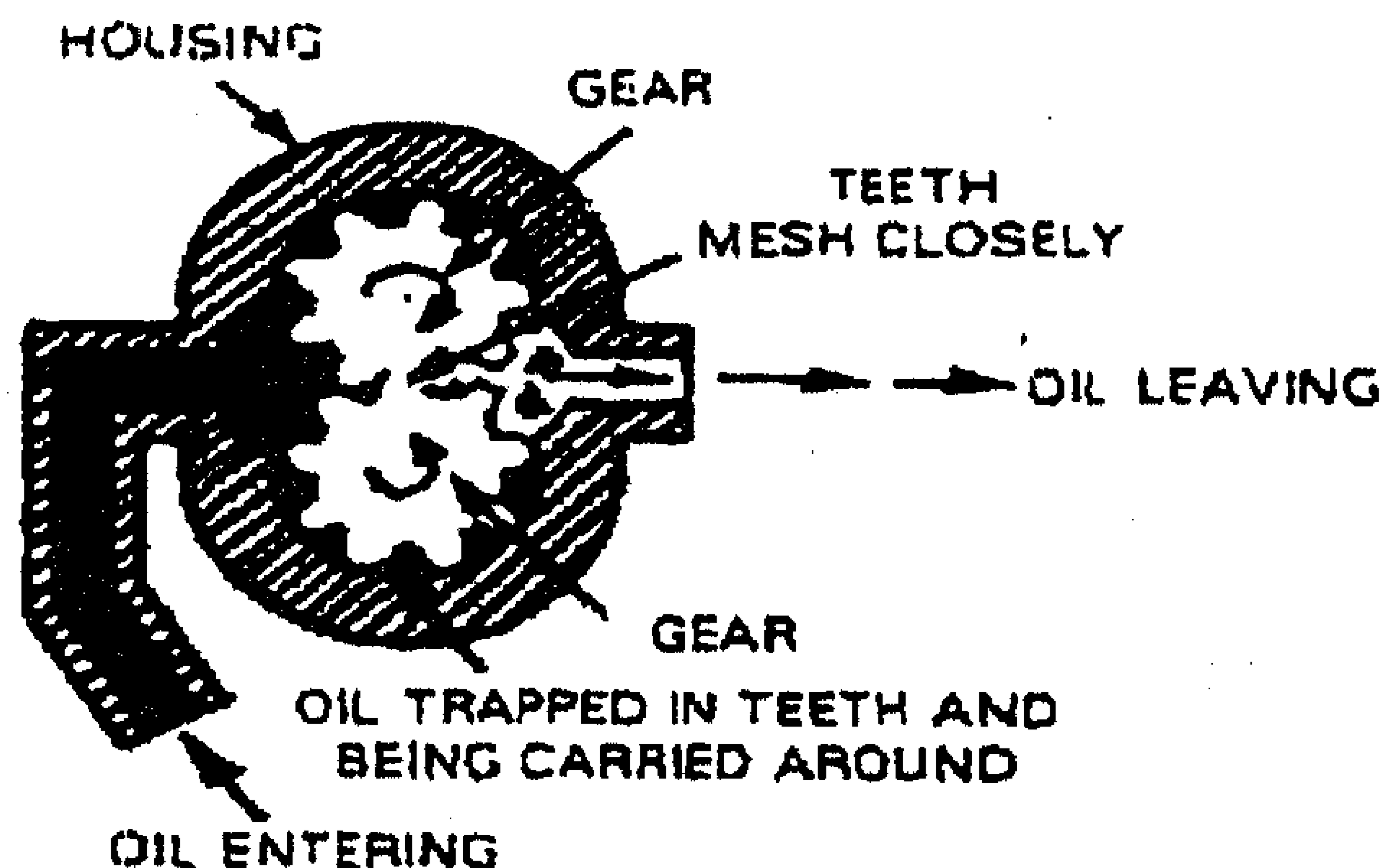
٣. ضغط المنظم governor pressure

هو ضغط يزداد مع زيادة السرعة (سرعة السيارة) وأساس هذا الضغط أيضا هو ضغط الخط الرئيسي ، وهو ناتج من منظم يعمل بالطرد المركزي والذى يدار مع عمود خرج صندوق التروس .

مضخة الزيت gear pump

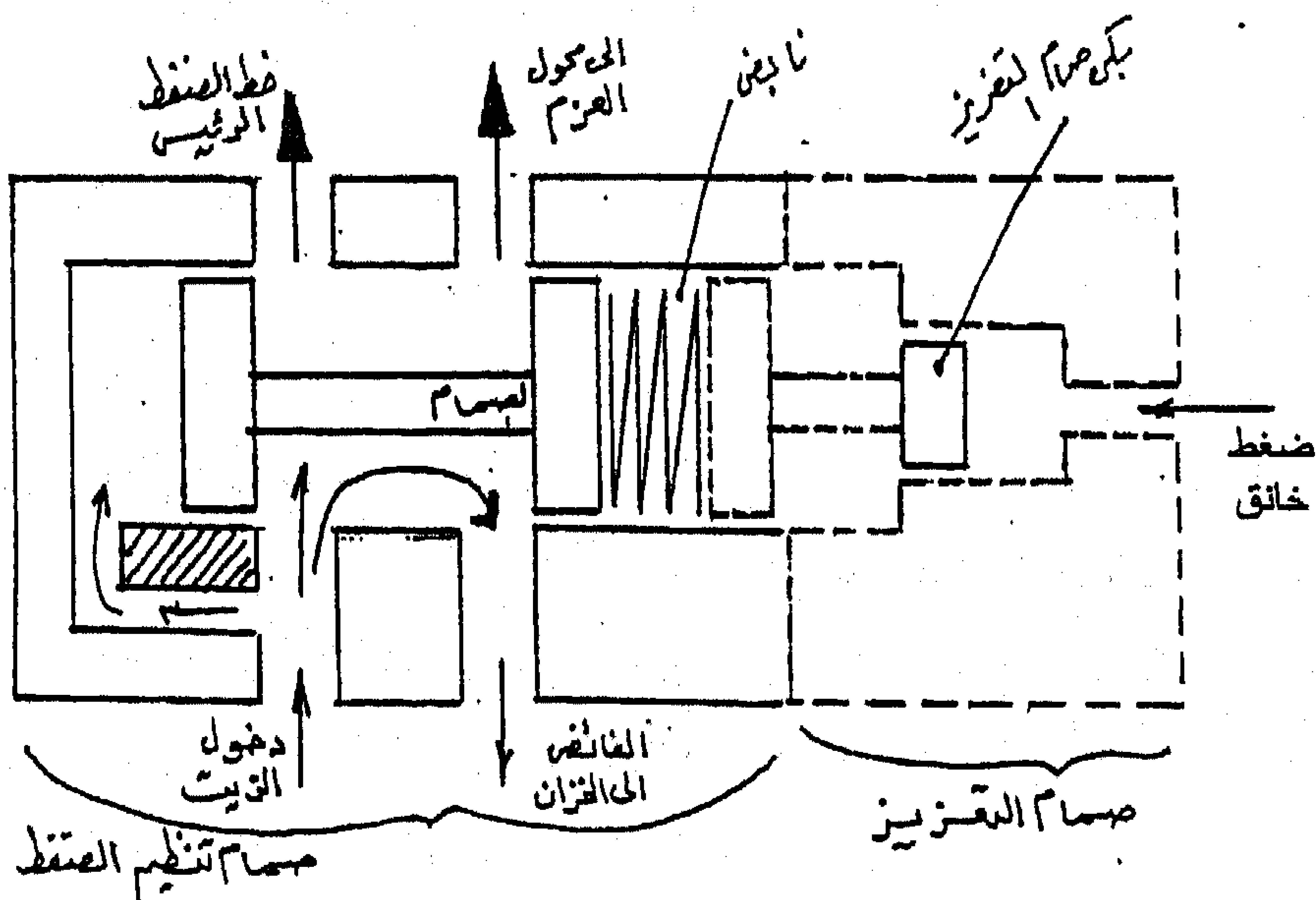
تتكون من ترسين يدوران داخل مبيت بخلوص بسيط، ويدور أحد الترسين فى اتجاه دوران المحرك وهو الترس القائد، وبالتالي يدير الترس الأخر المعشق معه فى الاتجاه العكسي لهذه الحركة وتقوم أسنان التروس بغرف الزيت ودفعه بين السنة

السابقة والميت فى كلا الترسين، ويخرج الزيت متصفطاً بقوة الطرد المركـزي مـن فتحة الخروج ويبين الشكل التالي شكل هذه المضخة .



صمام تنظيم الضغط pressure regulating value

يقوم هذه الصمام بالتحكم فى ضغط الزيت فـى الـدورة، حيـث أن ضـغط المضخة يزيد مع السرعة ولولا هذا الصمام لارتفع ضغط الزيت إلى حد يتلف أجزاء ناقل الحركة.



طريقة العمل :

يدخل الزيت من المضخة إلى صمام منظم الضغط ، فعندما يكون الضغط منخفض، فيمر الزيت من خلال التجويف الحلقي للصمام إلى محول العزم وإلى خط الضغط الرئيسي ، ويكون صمام منظم الضغط إلى اقصي اليسار .

وعندما تزداد سرعة المحرك ، ويزداد ضغط المضخة ، فإن ضغط الزيت يؤثر على الصمام من الجهة اليسري فيحرك الصمام جهة اليمين مغلقا جزء من فتحة المرور إلى خط الضغط الرئيسي حتى لا تؤثر هذا الضغط على الأجهزة المساعده .

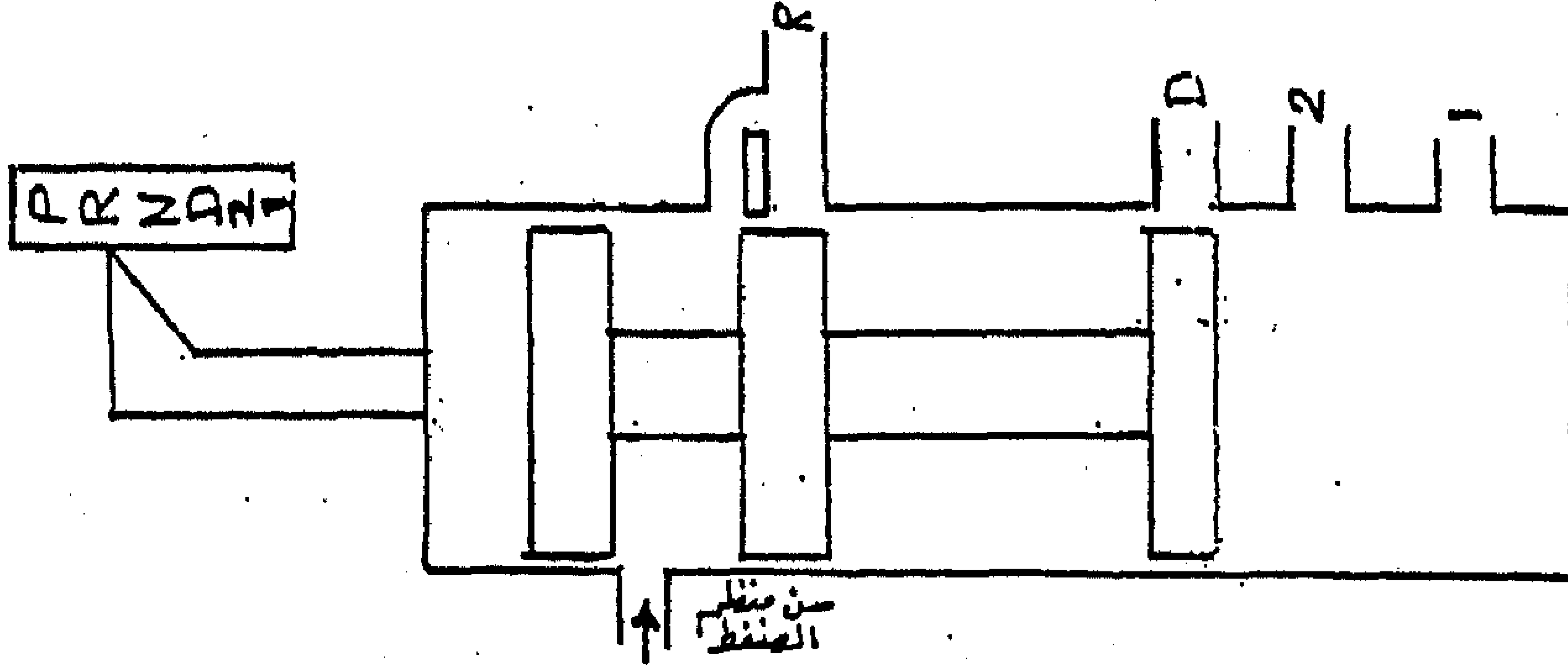
ومع تزايد السرعة يزيد ضغط زيت المضخة ويؤثر ذلك لعى الصمام ويحركه أكثر تجاه اليمين مغلقاً خط الغضط الرئيي وكاشفاً عن فتحة لكن يتدفق الزيت من خلالها إلى خزان الزيت ، وبالتالي فإن الضغط الرئيسي يبدأ من الصمام وليس من المضخة والشكل المقابل يبين هذا الصمام .

صمام التعزيز: Booster valve

فى بعض ظروف التشغيل يتطلب الأمر أن يكون ضغط الخط الرئيسي عالياً بالمقارنة فى العمل فى الظروف العادية، مثل التشغيل على السرعة المنخفضة وعزم عال تحت حمل كبير (مثل صعود منحدر) ففى مثل هذه الحالة فإن الضغط الرئيسي يجب أن يكون عال لكي يعمل على عدم حدوث انزلاق فى القوابض والفرامل ، ولذا فإن معظم أجهزة ناقل الحركة تحتوى على هذا الصمام والذى يؤثر على صمام تنظيم الضغط والجزء الذى على يمين صمام تنظيم الضغط (المبين بشرط) هو صمام التعزيز وبالتالي فإن صمام التعزيز يعمل على رفع ضغط الخط الرئيسي عند الفتحه الكامله للخانق أو عند الحمل الكامل للمحرك ولذا فإن ضغط التخلخل المرتبط بصمام الخانق وبالتالى يتحرك لليسار يصل تأثير عن طريق روافع ليؤثر على بكرة صمام التعزيز وبالتالى فإن ضغط الخانق وضغط النابض سيعملان سوياً إلى اليمين ومنع عودة الزيت إلى الخزان من أجل رفع ضغط الخط الرئيسي.

(١) صمام التحكم اليدوي Manual Control valve

هذا الصمام يعمل يدويا، وهو يتيح للسائق اختيار الوضع المناسب للمركبة فهو يسمح للزيت بالتحرك من ممر إلى أخر وهو موصل مع عصا السائق لاختيار التعشيق المناسب، والشكل التالي بين أحد هذه الصمامات .



٢- صمام التغيير الأزاحة Shift valve

الوضع (أ) ضغط الخانق أعلى من ضغط المنظم فإن خط الضغط الرئيسي مقفل .

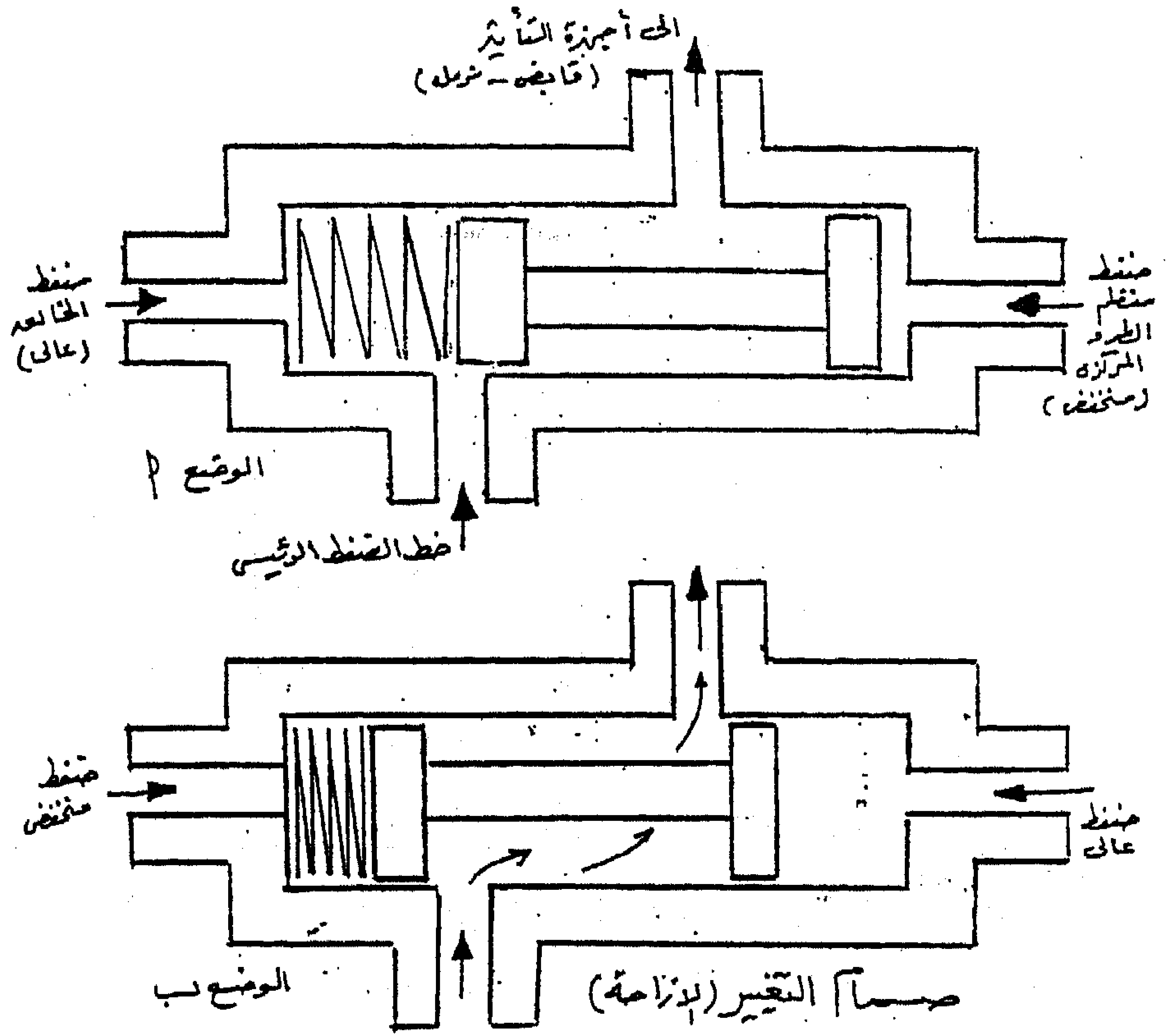
الوضع (ب) ضغط المنظم أعلى من ضغط الخانق ومع زيادة سرعة السياره فيفتح خط الضغط الرئيسي .

السرعة المنخفضة :

عندما يكون ضغط المنظم أمل من ضغط الخانق، فإن فتحة مرور الزيت القادم من خط الضغط الرئيسي لا يجد أمامه ممراً للعبور إلى دائرة السرعة الثانية .

السرعة العالية :

عندما تزداد سرعة السيارة ، يزداد وضغط المنظم عن ضغط الخانق وبالتالي يتحرك الصمام ضد ضغط الياي كاشفاً عن فتحه الزيت القادم من المضخة ليعبر من خلال الصمام إلى خط الضغط الرئيسي .



٣- صمام الخانق Throttle valve

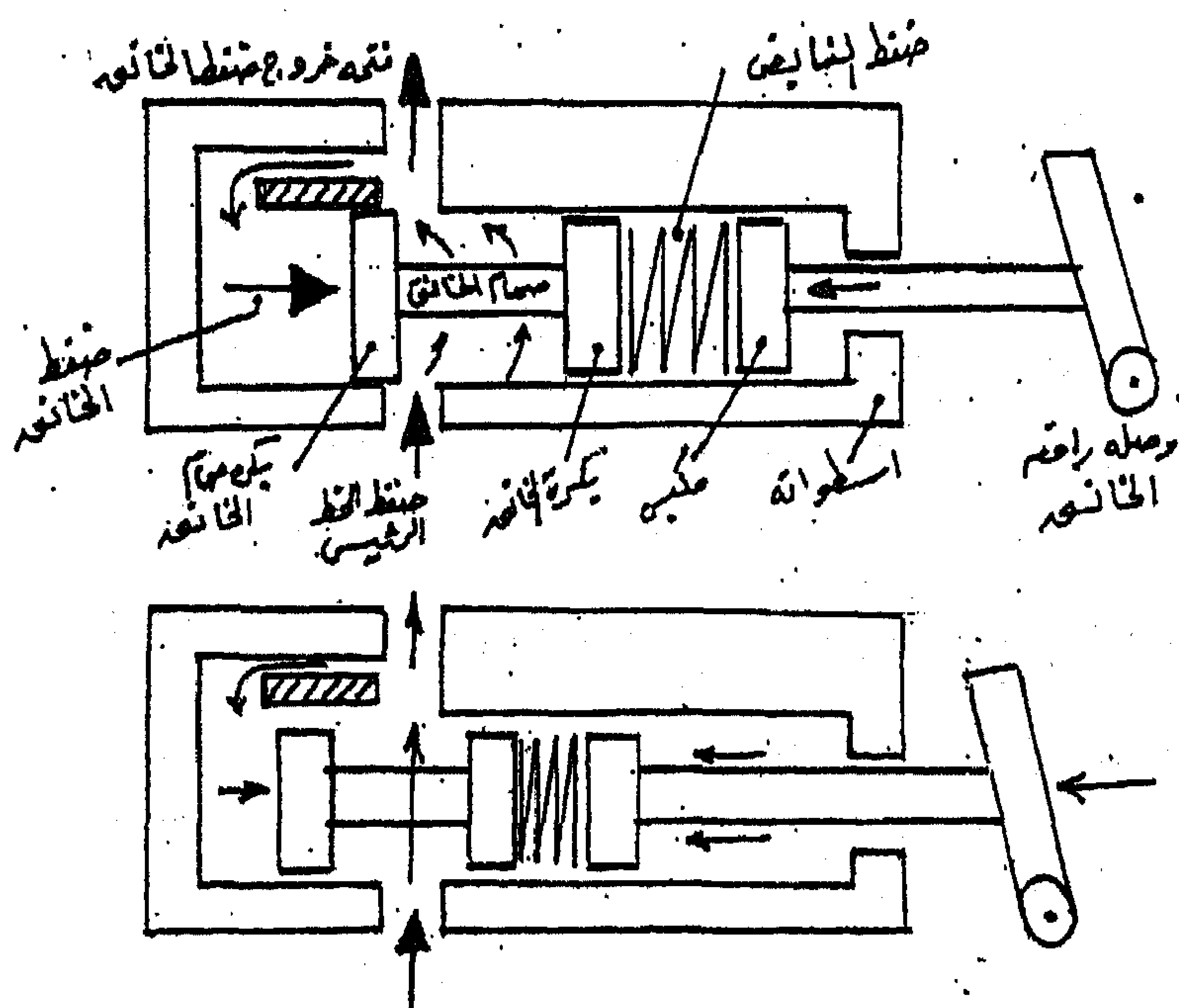
فتحة صمام الخانق تدل على مقدار الحمل الواقع على المحرك ، فهذا الصمام يتم التحكم فيه عن طريق روافع ميكانيكية متصله فيما بين صمام خانق المغذى وصمام ضغط الخانق ويمكن أن يكون التحكم عن طريق خلخلة مجمع السحب .

إذا كان الحمل على المحرك كبيراً، فإن فتحه الخانق تكون كبيرة ، وبالتالي ضغط الخانق يكون عالياً.

إذا كان الحمل على المحرك صغيراً، فإن فتحة الخانق تكون صغيرة ، وبالتالي ضغط الخانق يكون منخفضا .

والجدول التالي يوضح هذه العلاقة، والشكل اسفله يبين رسماً تخطيطاً للصمام .

ضغط الخانق عالى	* الحمل على المحرك كبيرا * تخلخل أنبوب السحب قليل * فتحة أكبر لصمام خانق المغذي
ضغط الخانق منخفض	* الحمل على المحرك صغير * تخلخل أنبوب السحب كبير * فتحة أصغر لصمام خانق



نظرية تشغيل الصمام

يتركب الصمام من بكرة الصمام والياي والمكبس هذه الأجزاء موجودة داخل اسطوانة، وتوجد روافع ووصلات متصلة بصمام خانق المغذي. فعندما يكون المحرك ساكنا وصمام الخانق مغلقاً، فإن قاعده صمام الخانق اليسري (بكرة صمام الخـــانق) تعمل على غلق فتحة خط الضغط الرئيسي وعند تشغيل المحرك وفتح صمام الخـــانق فإن الروافع تدفع بكرة صمام الخانق إلى اليسار فى الأسطوانة وهذا سوف يؤدي إلى

الكشف عن فتحه خط الضغط الرئيسي وبالتالي تسمح للزيت أن يخرج من الـصمام، وعند هذه النقطة يصبح خط الضغط الرئيسي هو ضغط الخانق .

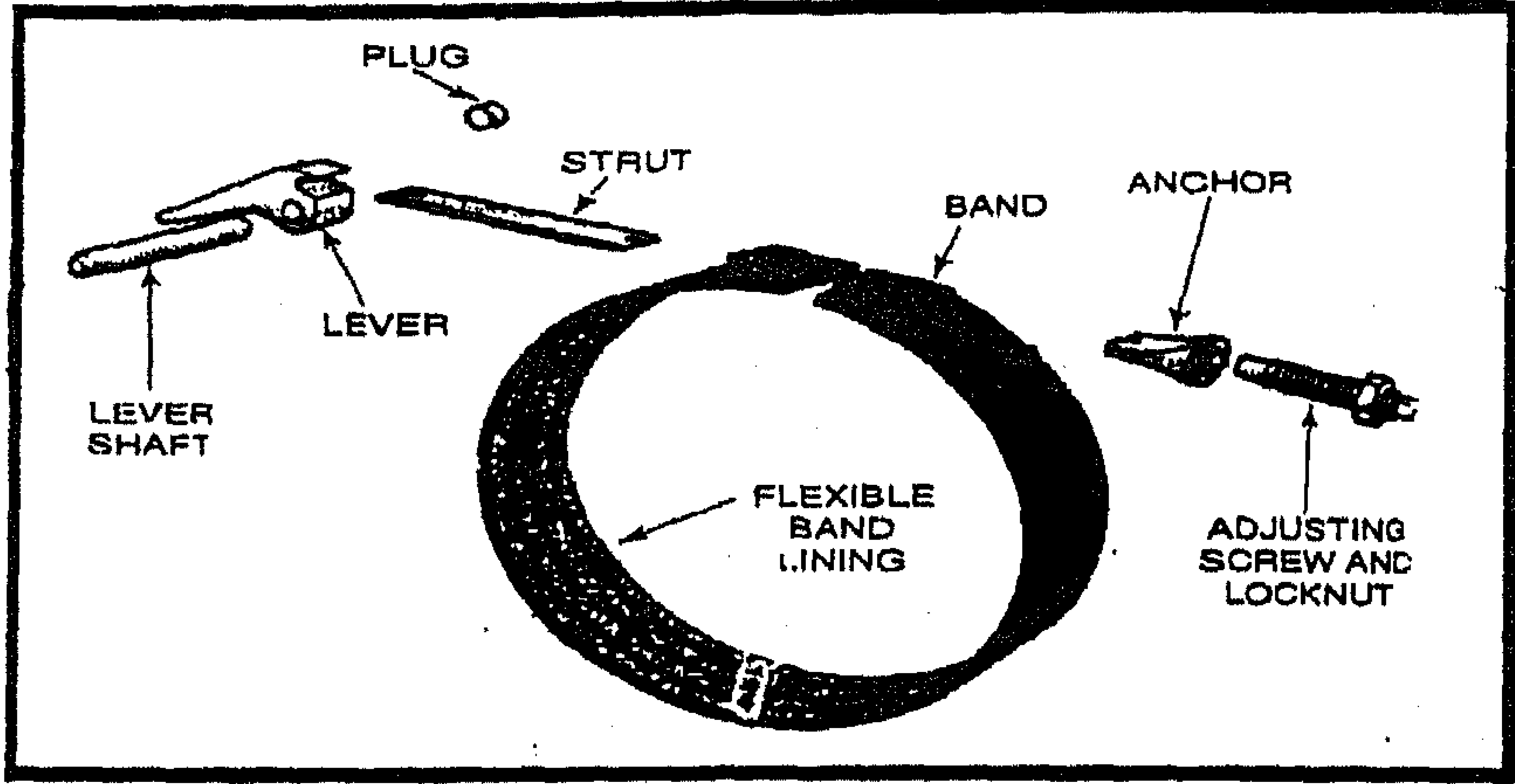
أعضاء التحميل : Holding Members

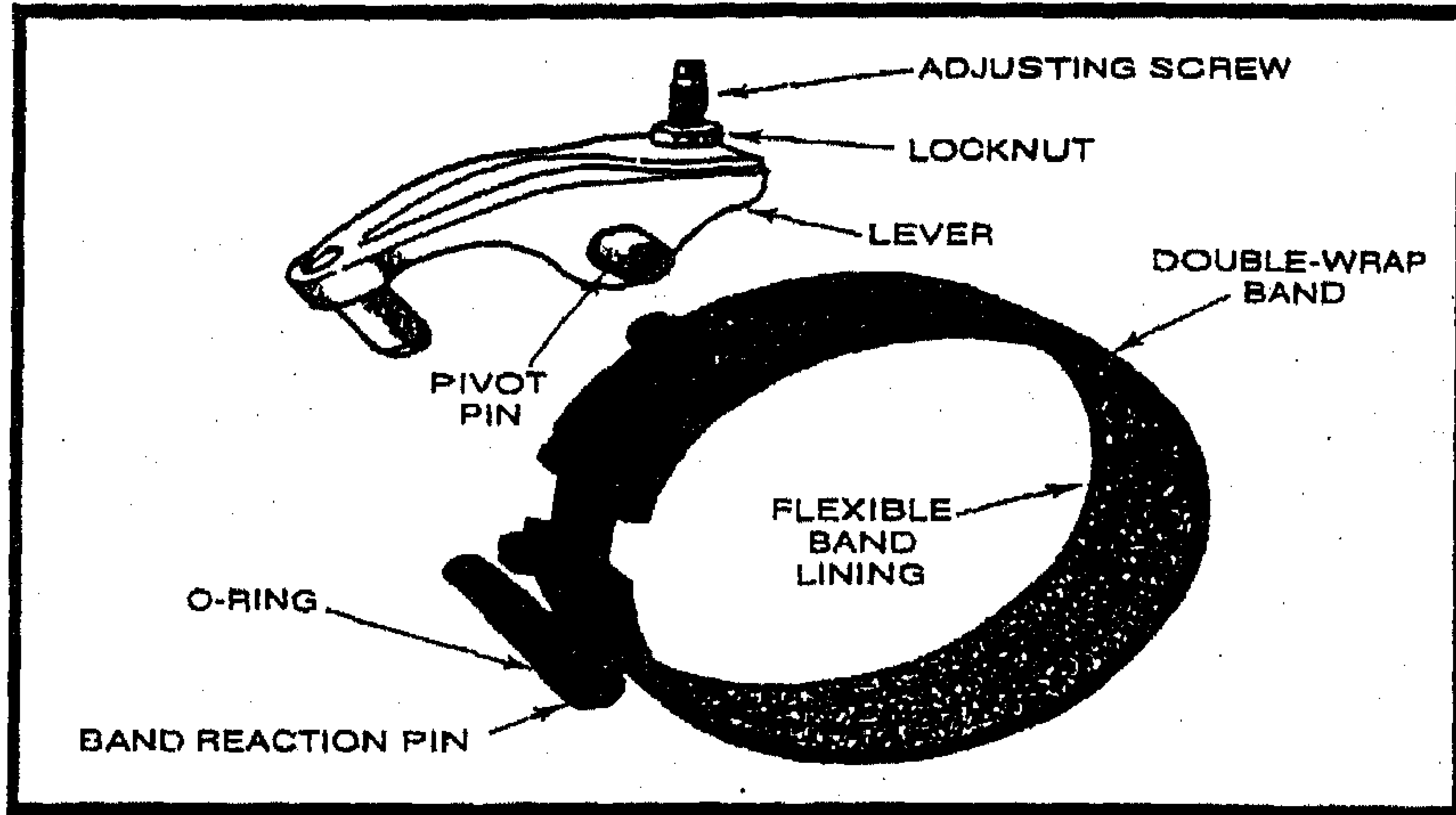
لتشغيل مجموعات التروس الكوكبية تستخدم أعضاء التحميـل وتـستخدم هـذه الأعضاء لنقل القدرة مباشرة من خلال أحد الأعضاء أو لمنع أحد أعضاء الـصندوق من نقل القدرة.

وتحتاج صناديق التروس الحديثة ذات الثلاث أو الأربع سرعات على الأقل إلـى عضوين من أعضاء التحميل لكل سرعة . وفيما يلي شرح موجز لأعضاء التحميل .

الأطواق Bands :

عادة يصنع الطوق من شريحة من صلبا مرن له شكل دورانى ويستخدم كقـابض يمسك على طنبوره . وأحد طرفى الطوق يثبت مع جسم الصندوق ويمكن ان يحتوى على آلية ضبط . بينما يتأثر الطرف الآخر بمكبس هيـدروليكى . ويغطـى الـسطح الداخلى للطوق بطبقة احتكاكية وعند تسليط قوة المكبس أو التخلخل على طرف الطوق الحر فإنه يفرمل الجزء الواقع تحت تأثيره وعادة يتم الايقاف عن طريق عمل (غلق – قفل) بين العضو الدوار وجسم الصندوق . وقد يكون الطوق مفرد أو مزدوج الطبقات كما بالشكلين.





نظرية عمل الطوق الفرملى :

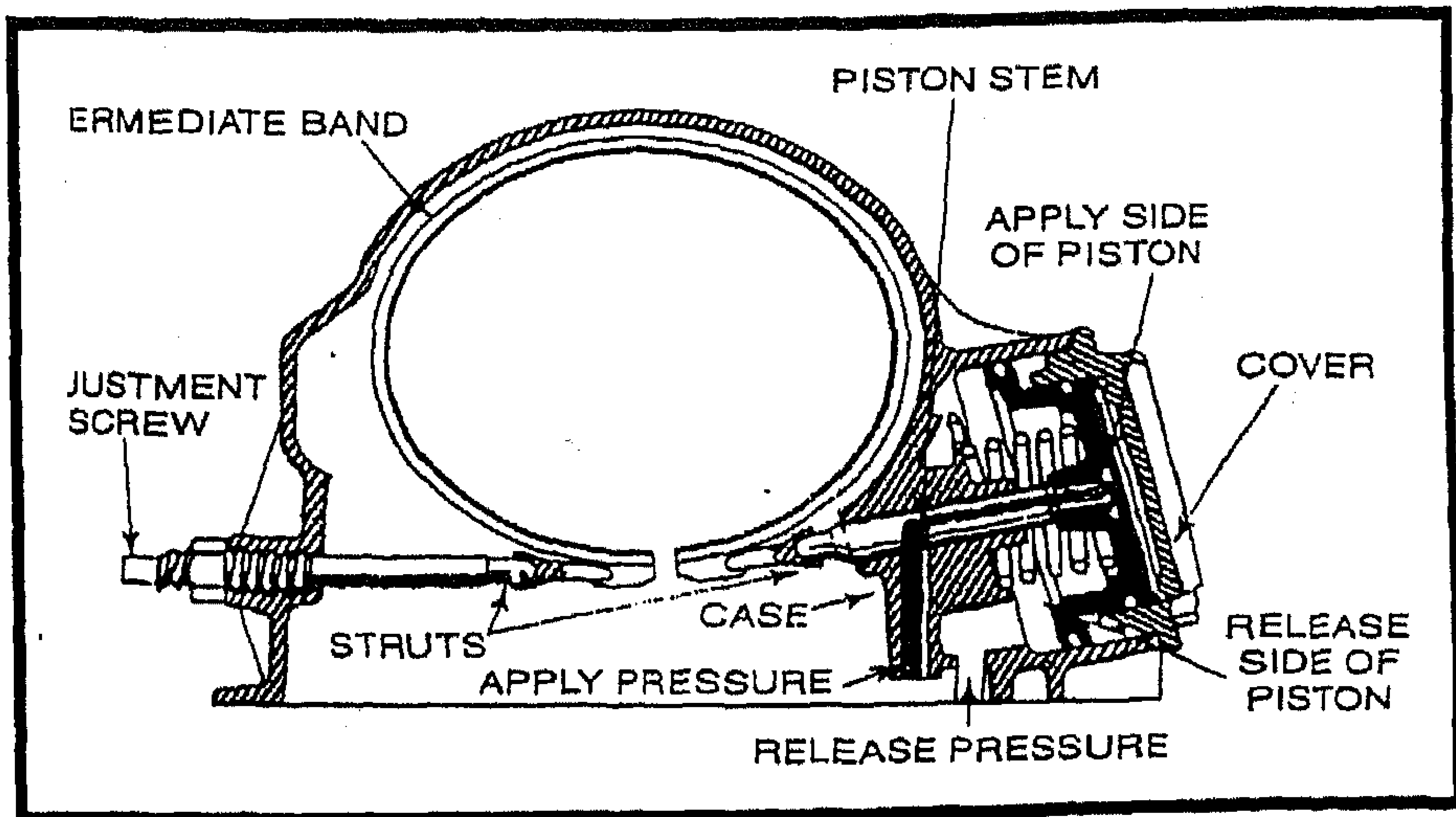
يستخدم مكبس هيدروليكى قد يسمى servo لتشغيل الطوق حيث يتركب من مكبس داخل أسطوانة حيث يدخل الزيت المضغوط من خلال فتحه فى جسم الاسطوانة Apply Pressure ليؤثر على السطح العلوى للمكبس حيث يتحرك بنز المكبس piston stem ليضغط النهاية المتحركة للطوق كى يضغط على الجزء المراد إيقافه

وقد يركب هذا المكبس على جسم الصندوق أو يكون داخلـه . وعنـدما يحـدث انخفاض لضغط الزيت يقوم الياى المركب تحت المكبس بارجاعـه للخـارج ويعـود الطوق للانفراج .

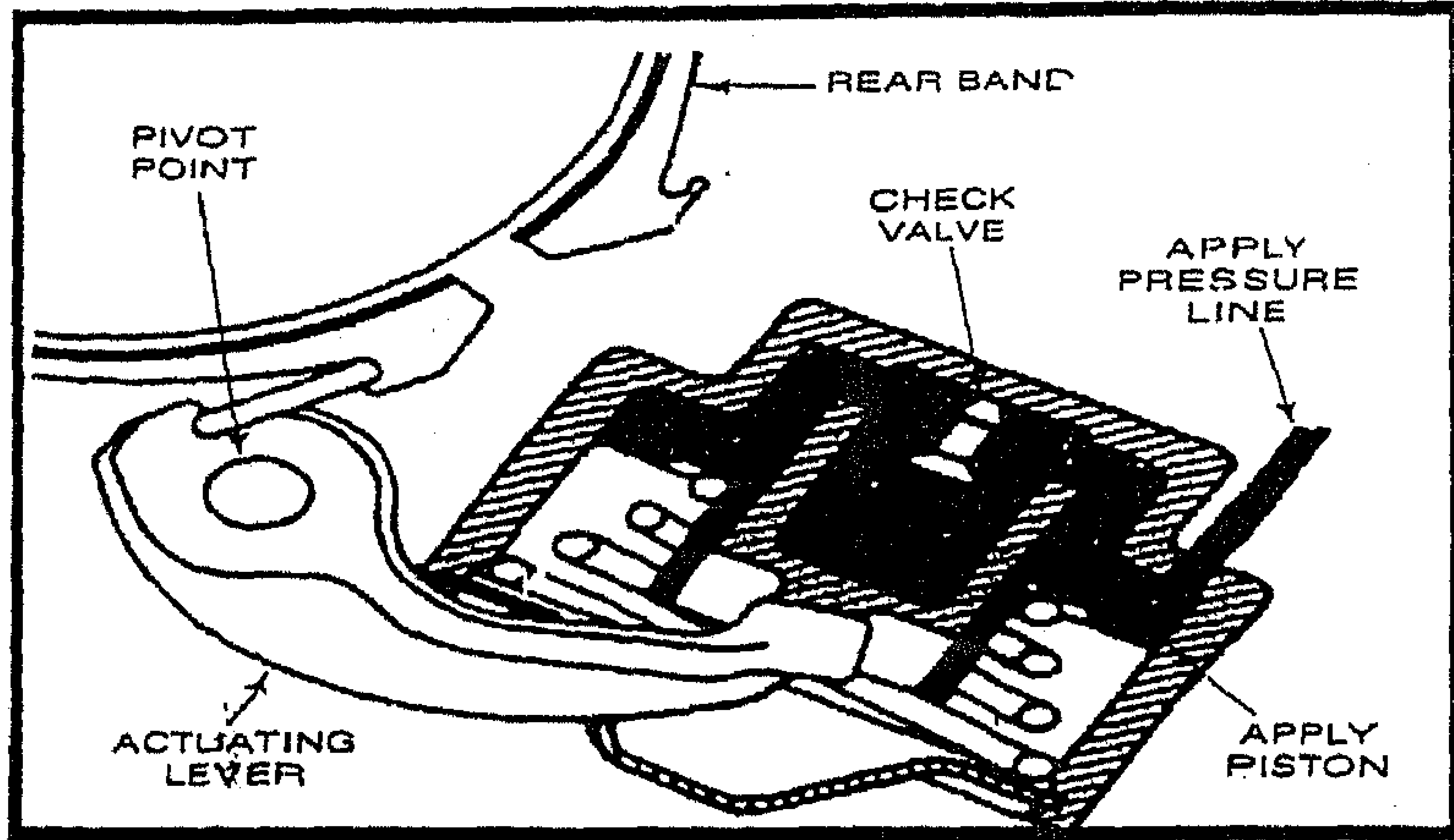
وبعض المكبس تحتوى على فتحات على وجهى المكبس ممـا يـؤدى إلـى مساعده الزيت فى الضغط على المكبس مـع اليـاى للحـصول علـى الانفـراج . ويسمى هـذا النـوع مـن المكـبس بأنـه ذو جانـب تـشغيل وجانـب تـسريب . Apply side and release side

وقد تحتوى بعض آليات التشغيل على مكبسين داخلين .

والشكل يبين قطاع فى مكبس هيدروليكى يؤثر على طوق مباشرة من خـلال ساق المكبس أو بنـز Piston rod or stem مـع ملاحظـة مـسمار الـضبط .Adjusting screw

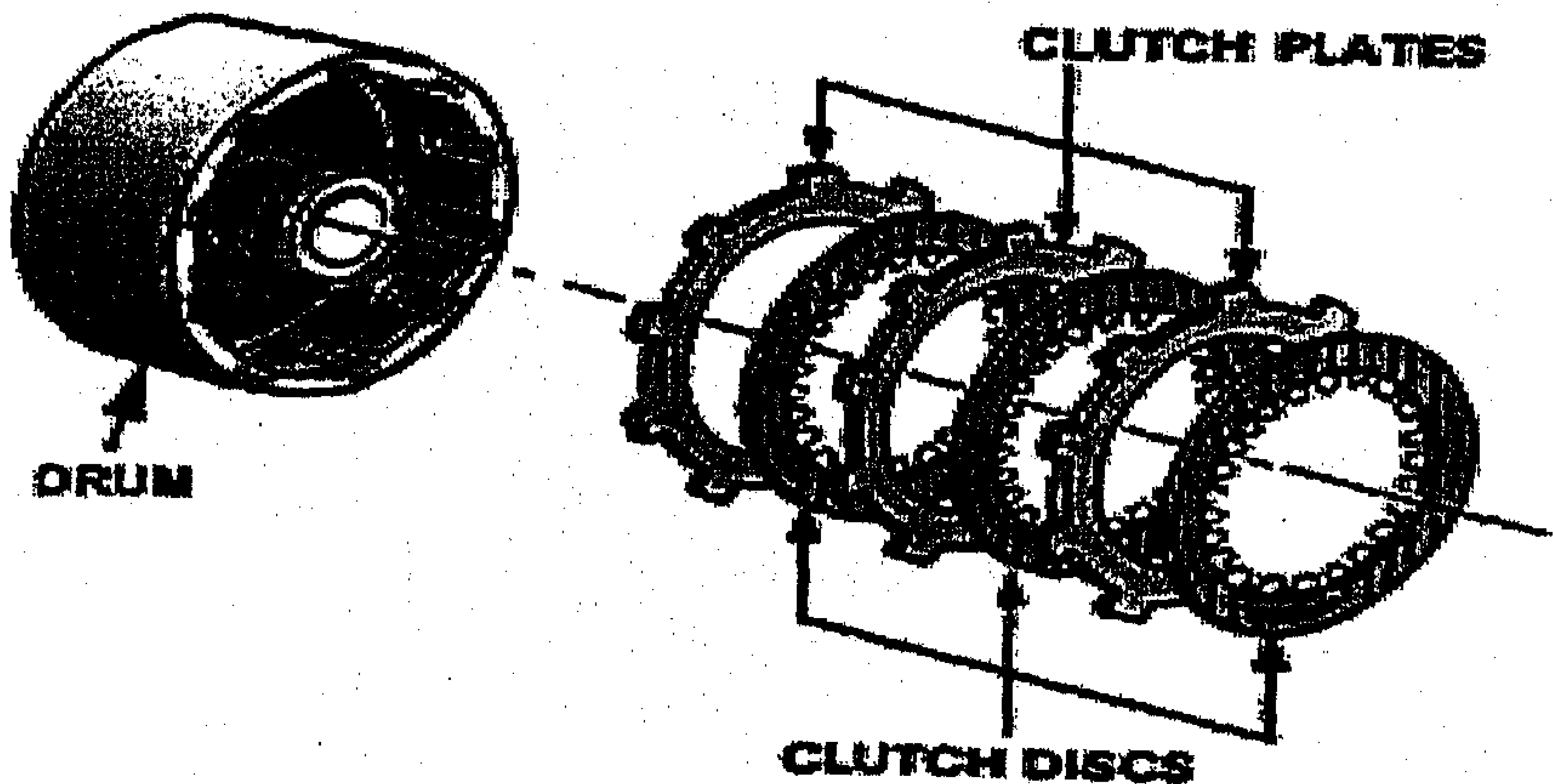


كما بين الشكل مكبس هيدروليكى (سيرفو) يؤثر على الطوق من خلال رافعـة تشغيل Actuating Lever وميزة هذا النوع زيادة القوى المؤثرة على الطوق .



القابض المتعدد الأقراص Multiple Disc clutch :

يبين الشكل القابض المتعدد الأقراص . حيث تتصل صرة القابض clutch hub بواسطة مراود مع عمود الترس الشمسى الأول. وترتب مجموعة ألواح القابض clutch plates (عدد غير محدد) داخل برميل Drum بحيث تركب مجموعة من الألواح بواسطة مراود خارجية مع البرميل الأسطوانى للقابض clutch drum بينما تركب مجموعة الألواح الأخرى على مراود داخليه على صرة القابض clutch hub وترتب الألواح ذات المراود الداخلية وذات المراود الخارجية بحيث تتبادل وراء بعضها البعض .

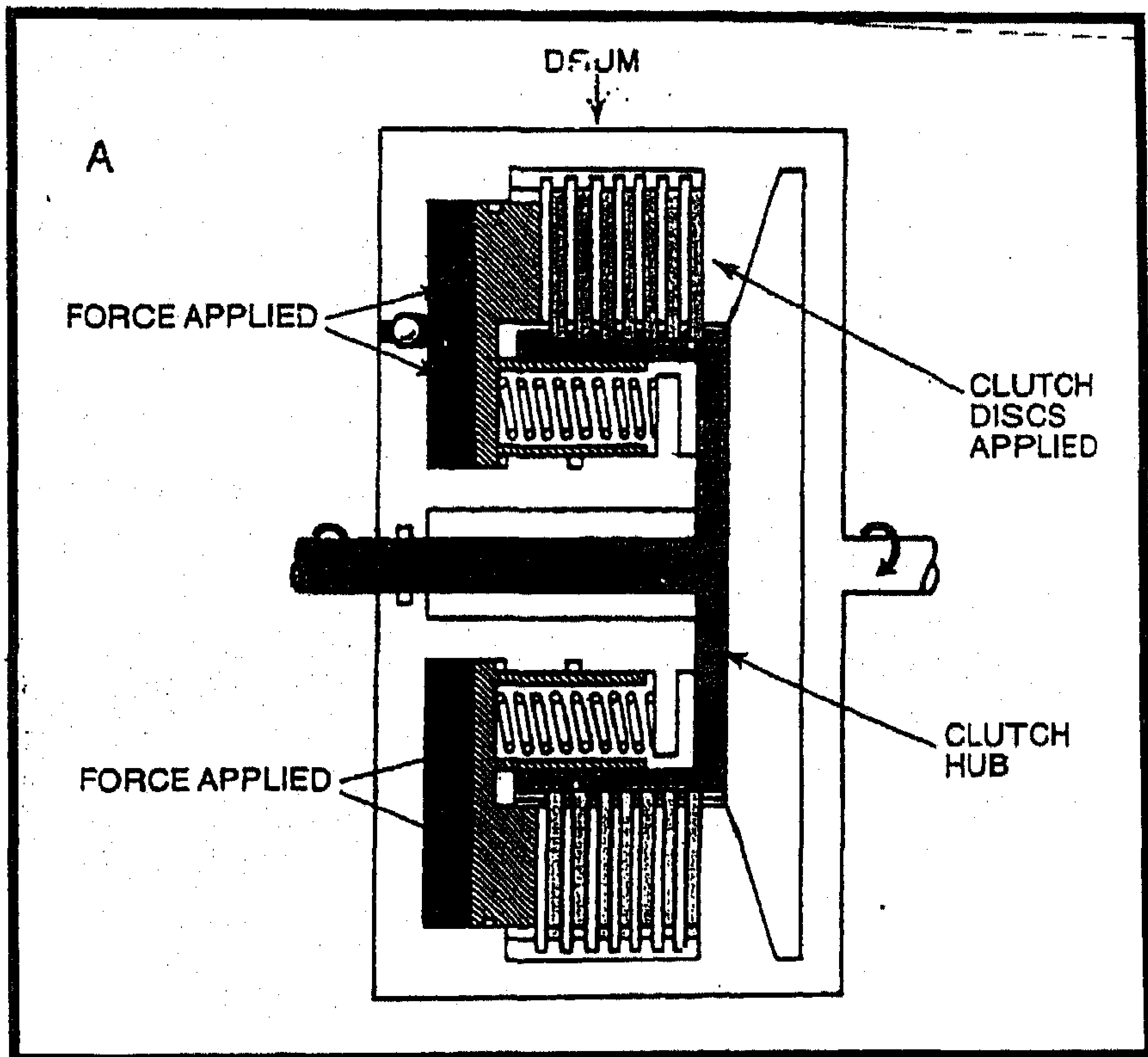


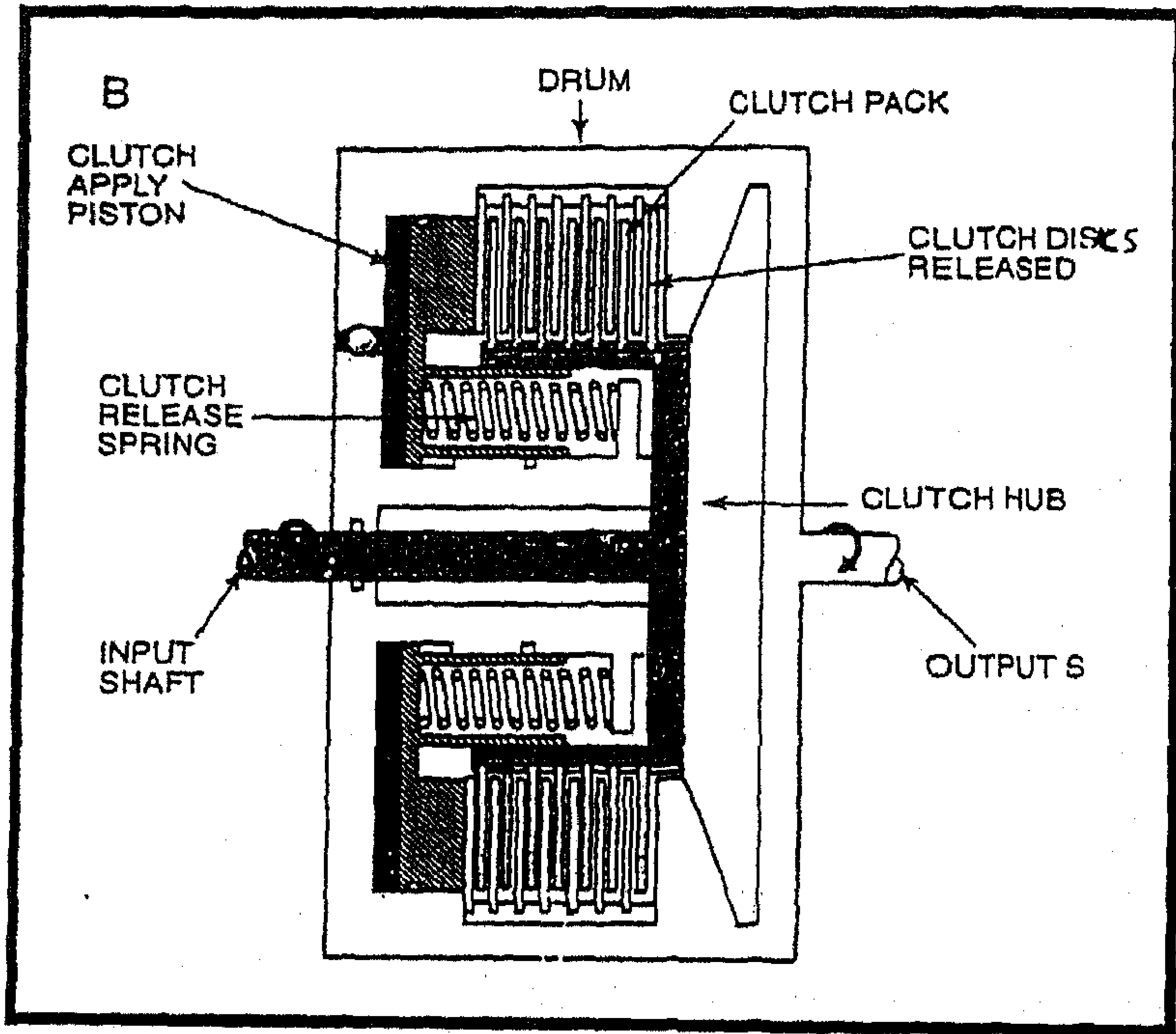
وعادة تستخدم القوابض المتعددة لقيادة الأجزاء المتحركة وقد تستخدم القوابض المتعددة للإمساك بالأجزاء واتصالها مع جسم الصندوق مثل وظيفة الأطواق .

طريقة عمل القابض المتعدد :

عندما يؤثر ضغط الزيت على مكبس القابض clutch Apply piston يدفع المكبس الألواح (لوح صلب وآخر ذو بطانة متموجة) لتصل صرة القابض مع طوق القابض شكل A .

وصرة القابض المتصلة بواسطة مراود مع عمود الدخل تعد جزء من عمود الخرج . وعند تشغيل القابض يتصل العمودين معا ويدروان كجزء واحد . وتقوم اليايات release springs بفصل الألواح عن بعضها البعض عند زوال ضغط الزيت شكل B.





نظام التحكم الهيدروليكي

يقوم نظام التحكم الهيدروليكي بتحويل حمولة المحرك (زاوية فتحة صمام الخانق) وسرعة السيارة إلى ضغوط هيدروليكية مختلفة، والتي من خلالها يتم تحديد توقيت حدوث التعشيق.ويتكون هذا النظام من طلمبة زيت ، وصمام حاكم وجسم الصمامات ويعشق ترس إدارة طلمبة الزيت مع الطلمبة المروحية لمحول العزم وتدور دائماً بنفس سرعة المحرك. ويدار الصمام الحاكم بواسطة ترس إدارة ، ويقوم بتحويل (السرعة) عمود ترس الإدارة إلى إشارات هيدروليكية والتي يتم إرسالها إلى جسم الصمامات.

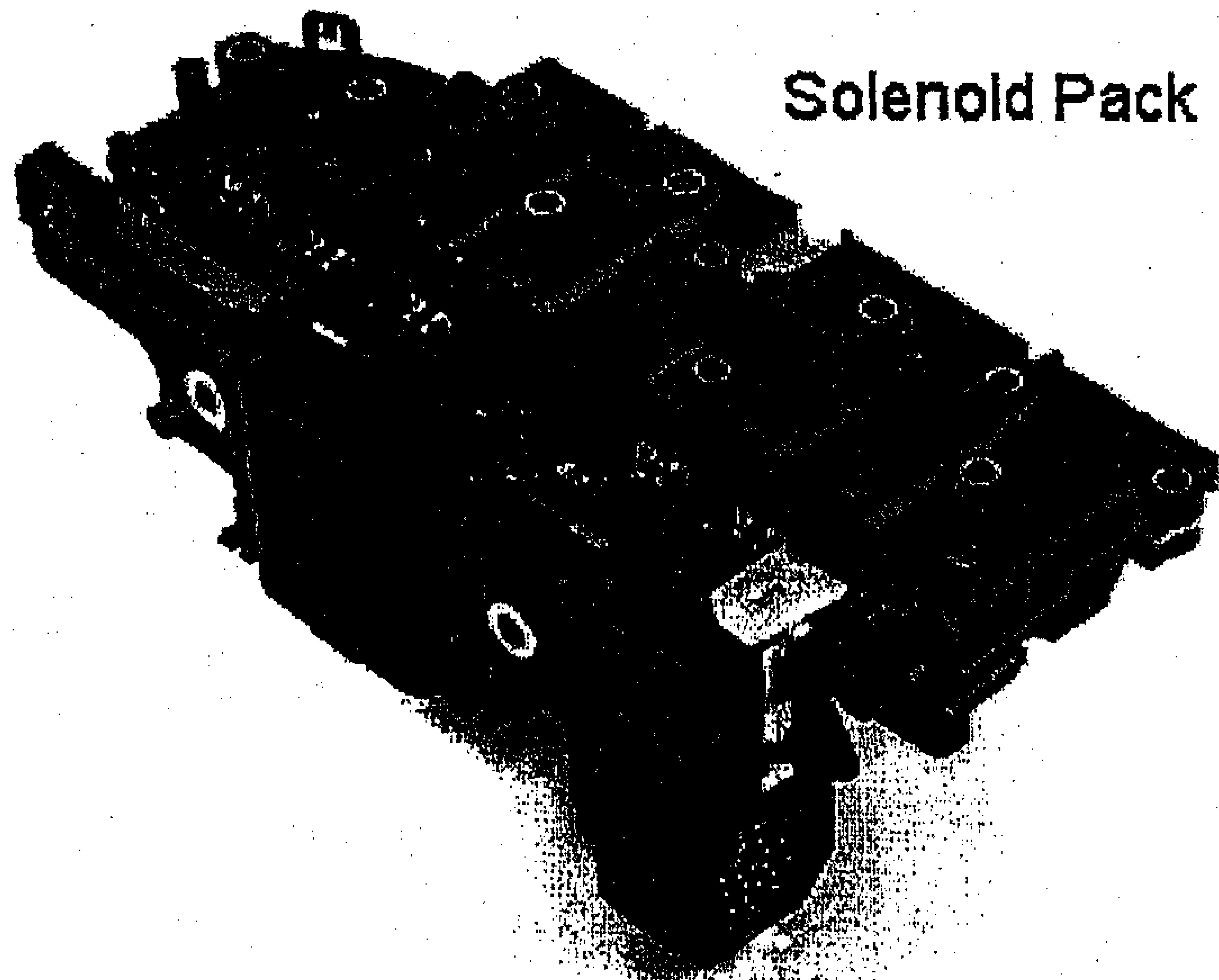
وجسم الصمامات يمثل متاهة تحتوي على عدة ممرات ينساب خلالها سائل ناقل الحركة. تحتوي هذه الممرات على عدة صمامات، وتقوم هذه الصمامات بفتح أو غلق هذه الممرات، فتقوم بذلك بإرسال إشارات التعشيق الهيدروليكي أو قطعها إلى الأجزاء المختلفة من وحدة الترس الكوكبي .

وظائف الصمامات الرئيسية :

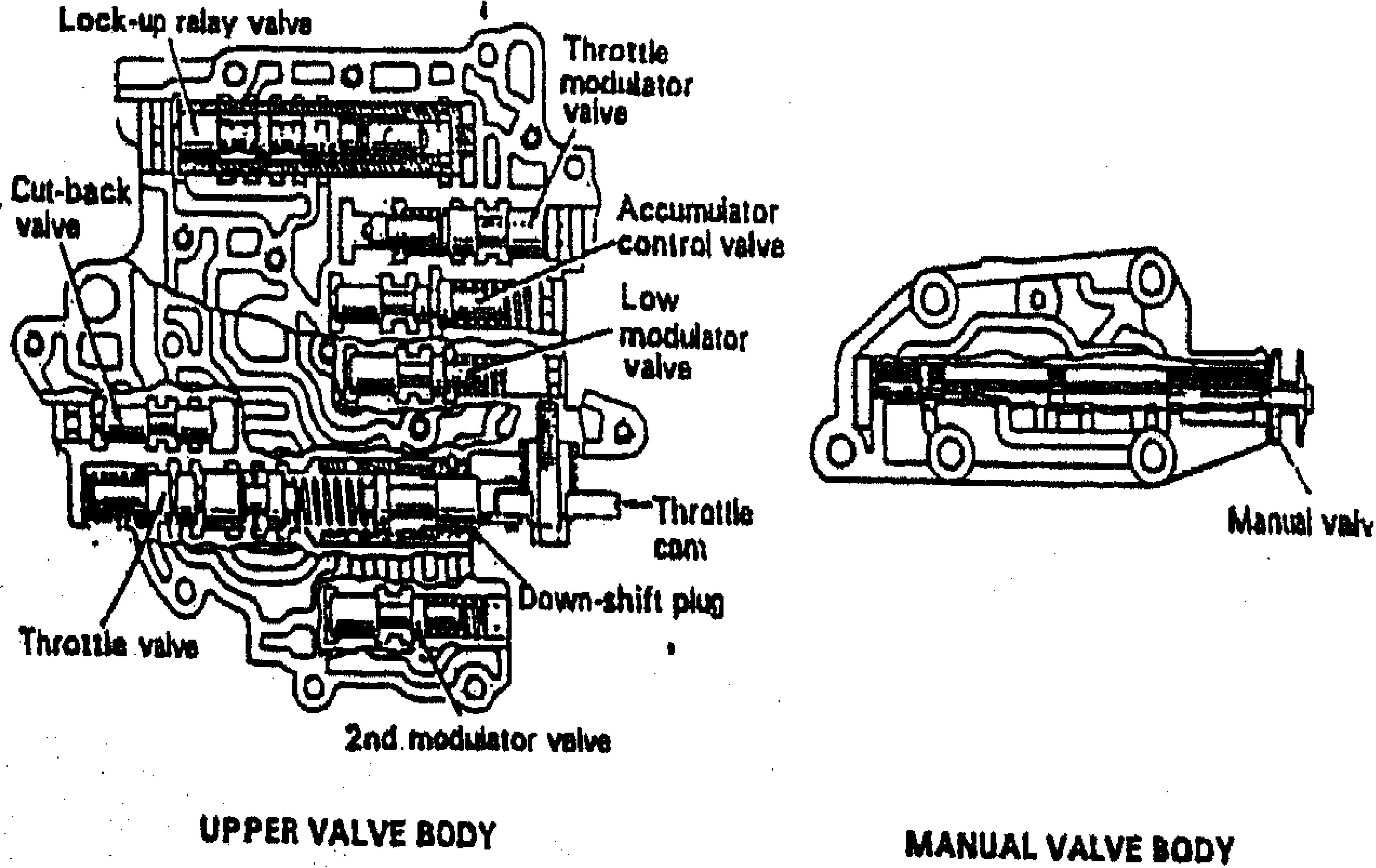
الصمام	الوظيفة
صمام المنظم الابتدائي	ينظم الضغط الهيدروليكي المواد من طلمبة الزيت، مستخدماً الضغط الرئيسي والذي يصبح أساس مختلف الضغوط الأخرى؛ ضغط الحاكم، ضغط التزييت، ضغط الخنق.. إلخ .
صمام المنظم الثانوي	يستخدم ضغط المحول وضغط التزييت .
الصمام اليدوي	يتم تشغيله بواسطة ذراع الاختيار، يقوم بفتح ممرات الزيت إلى الصمامات المناسبة لكلٍ ترس تعشيق.
صمام الخنق	يستحدث ضغط هيدروليكي (ضغط خنق) الذي يناظر زاوية البدال التسارع.
صمام تهدئة الخنق	عندما يرتفع ضغط الخنق إلى أكثر من ضغط سابق تحديده، يقوم هذا الصمام بتخفيض الضغط الرئيسي بواسطة صمام المنظم الابتدائي.
صمام الحاكم	يستحدث ضغط هيدروليكي (ضغط حاكم) والذي يناظر سرعة السيارة.
صمام القطع	إذا زاد ضغط الحاكم عن ضغط الخنق ، يقوم هذا الصمام بتخفيض ضغط الخنق المولد بواسطة صمام الخنق بنسبة مناسبة.
صمامات التعشيق (١-٢ ، ٢-٣،	اختيار الممرات (الأول ↔ الثاني)،و(الثالث ↔ للسرعة الإضافية)، الضغط الرئيسي والتي تؤثر على وحدة الترس الكوكبي.

ضغط السائل	الوظيفة
الضغط الرئيسي	يتم تنظيمه بواسطة صمام النظام الابتدائي، هذا هو الضغط الأساسي الهام المستخدم في ناقلات الحركة الأوتوماتيكية وذلك لأنه يستخدم في تشغيل جميع القوابض والفرامل الموجودة بناقل الحركة، وأيضاً لأنه مصدر جميع الضغوط الأخرى (مثال ذلك، ضغط الحاكم، ضغط الخنق .. إلخ) المستخدمة في ناقل الحركة الأوتوماتيكي.
ضغط المحول التزييت	يتم توليده بواسطة صمام المنظم الثانوي، ويستخدم في توصيل السائل إلى محول العزم، وتزييت صندوق ناقل الحركة وكراسي التحميل... الخ كما أنه يقوم بتوصيل الزيت لمبرد الزيت .
ضغط الخنق	ضغط الخنق (المنظم بواسطة صمام الخنق) يناظر الزيادة أو النقص في مقدار الضغط على دواسة التسارع. وضغط الحاكم (المنظم بواسطة صمام الحاكم) يناظر سرعة السيارة.والتوازن بين هذين الضغطين يكون عامل في تحديد نقط التعشيق ، ولهذا السبب ، فإن كلا هذين الضغطين هام جداً .

جسم الصمامات :

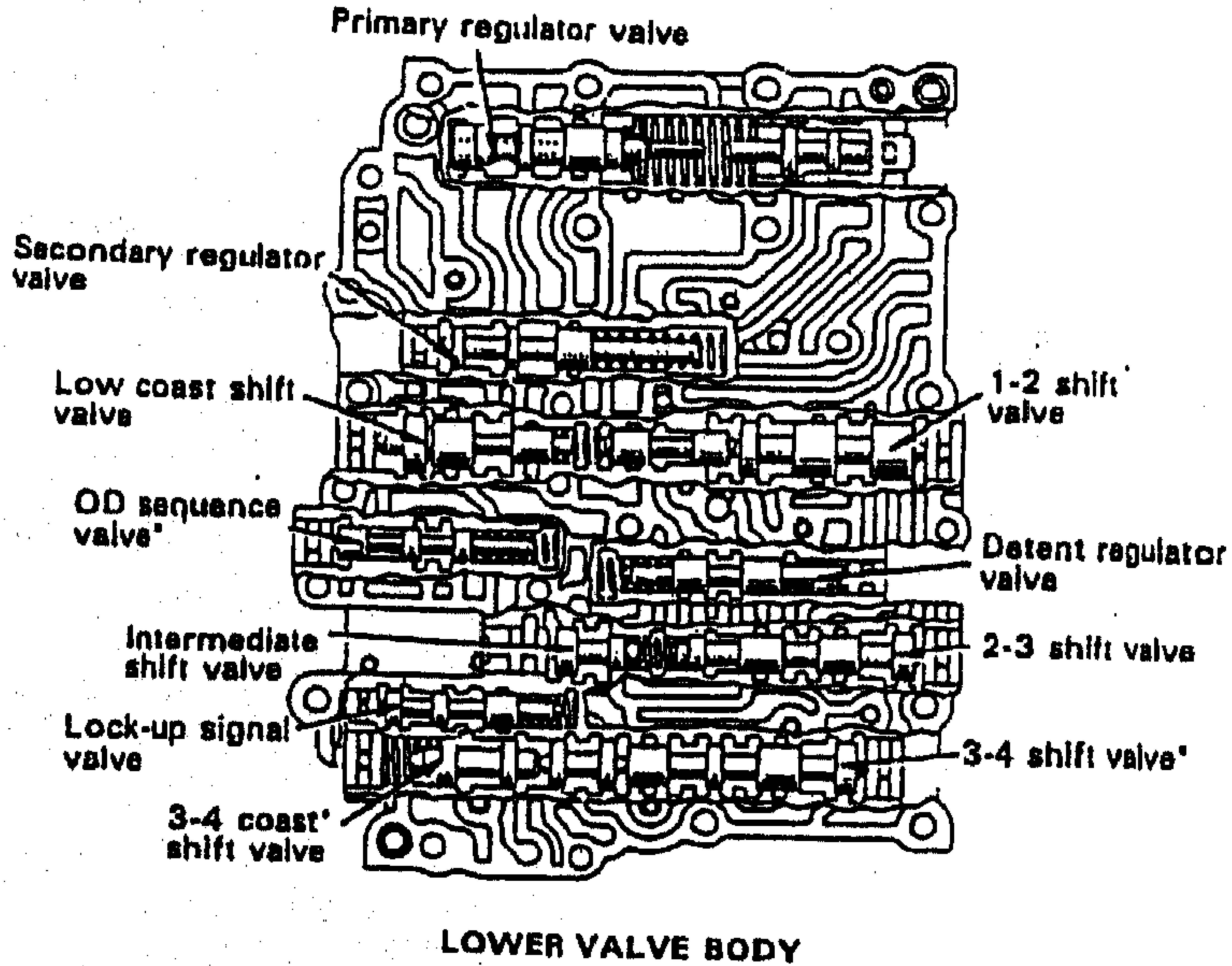


يتكون جسم الصمام من جسم صمامات علوي ، جسم صمامات سفلي ، وجسم الصمام اليدوي. والصمامات الموجودة داخل الجسم تتحكم في ضغط السائل وتحـــول السائل من ممر إلى آخر .



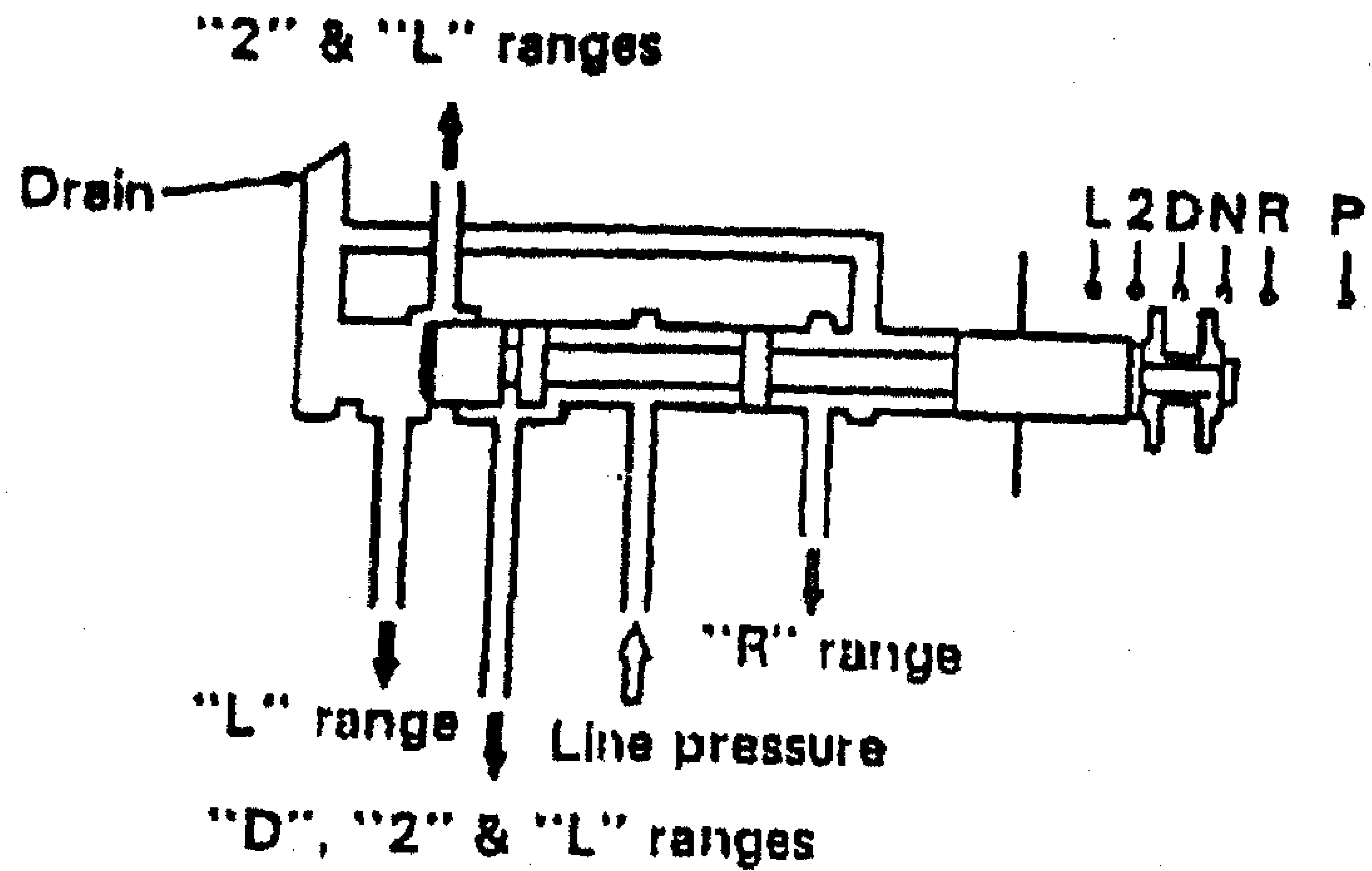
جسم الصمامات العلوى

جسم الصمام اليدوى



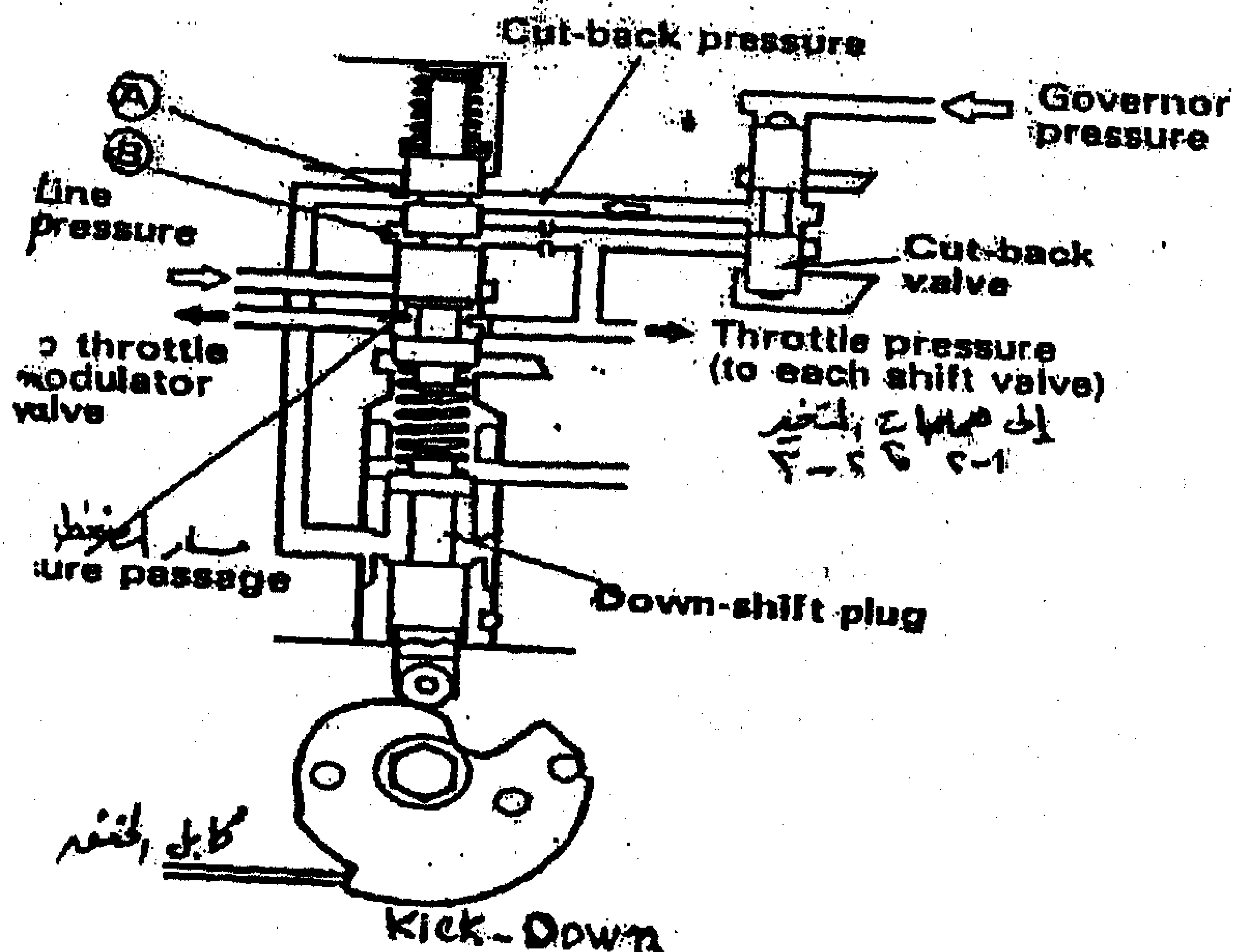
جسم الصمامات السفلى

الصمام اليدوي :



يفتح أو يحول هذا الصمام السائل من ممر إلى آخر. وهو موصل مع عصا السائق لاختيار التعشيق ويقوم بتعشيق ناقل الحركة أو فصله من الأوضاع "P"."R"."N"."D"."2" and "L" تبعا لحركة عصا اختيار التعشيق .

صمام لخانق

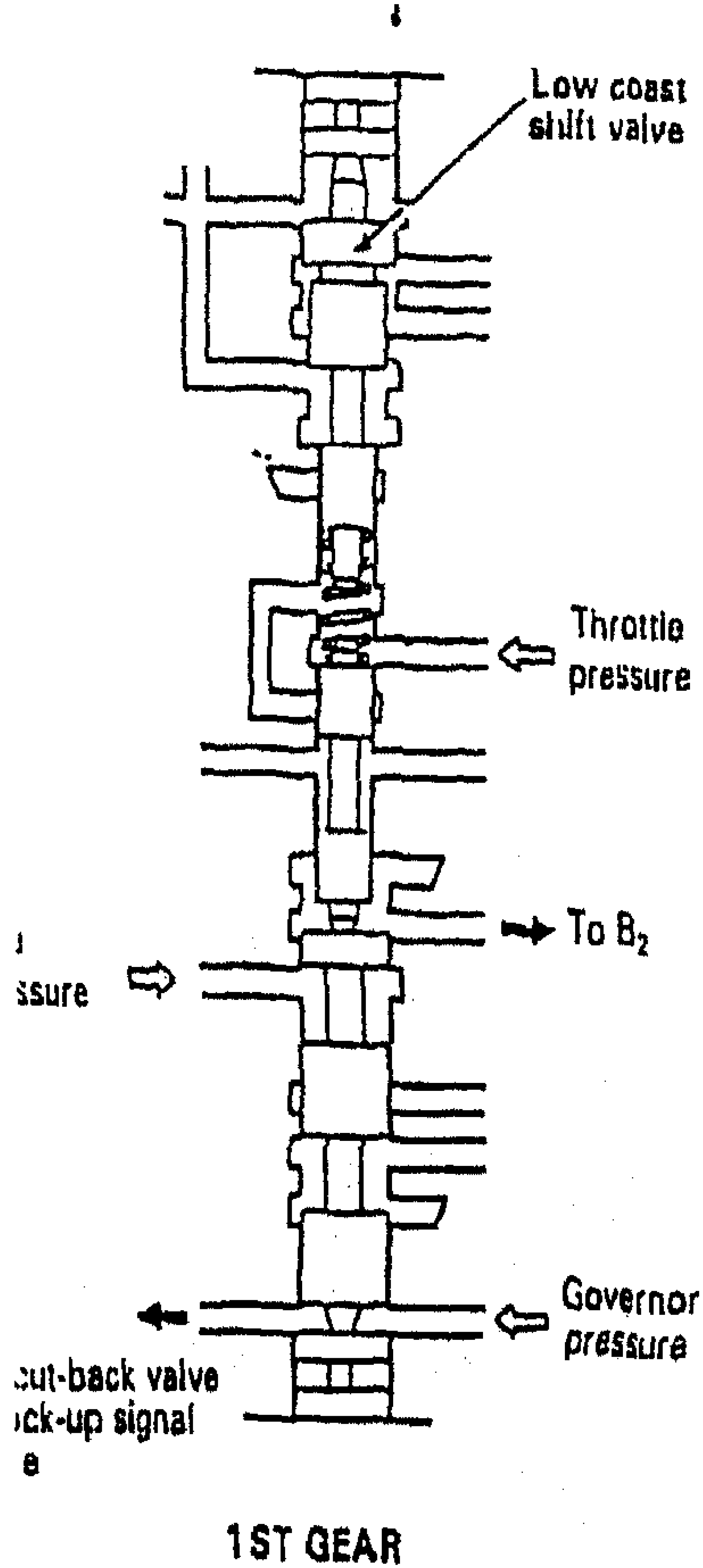


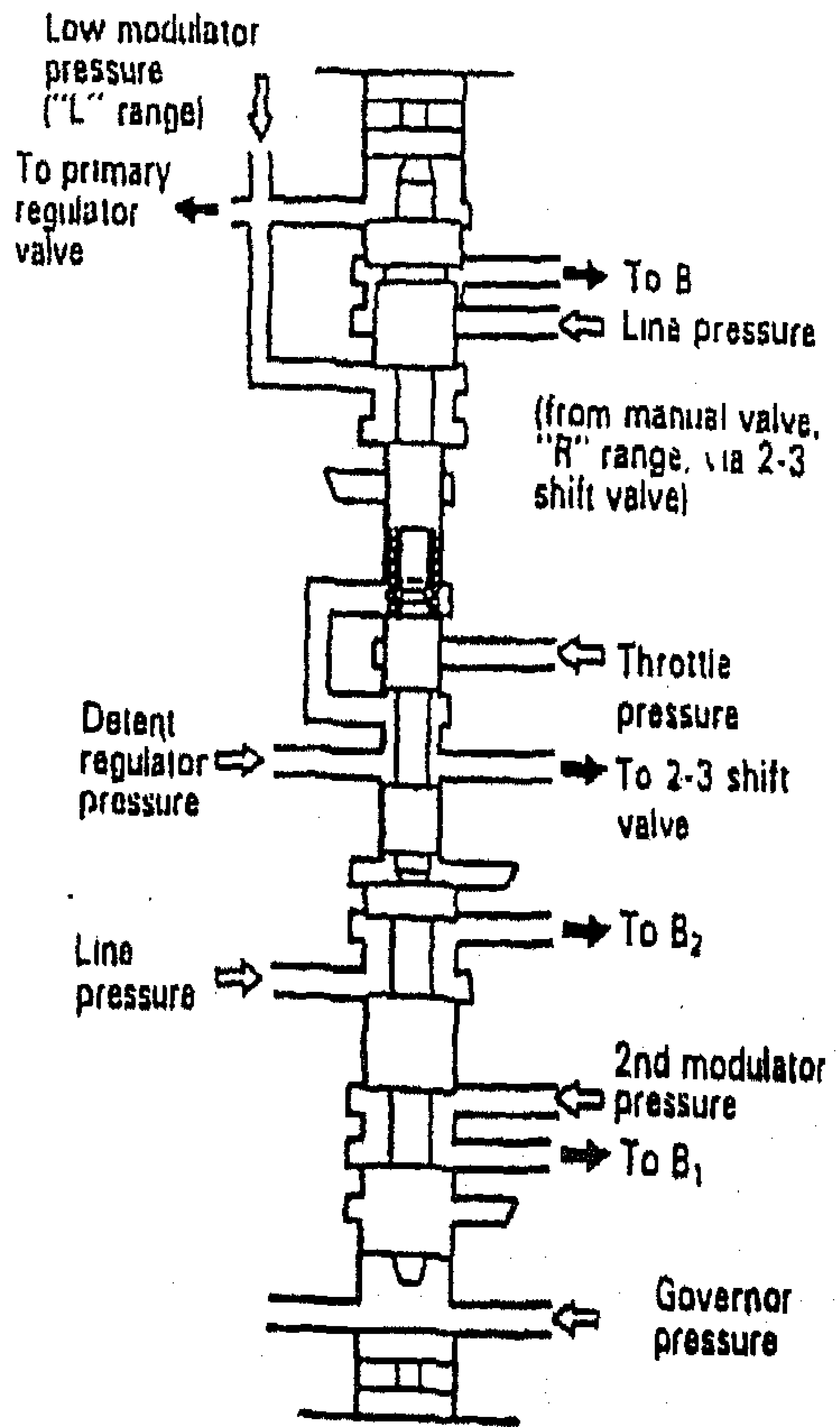
يفتح صمام الخانق ضغط خنق متجاوب مع زاوية دواسة التسارع (قدرة المحرك الخارجة) .وعند الضغط على دواسة التسارع، سوف تدفع لأعلى سدادة التعشيق لأسفل بواسطة كابل الخانق وكامة الخانق. وبالتالي يتحرك صمام الخانق الأعلى بواسطة الياي، وبذلك يفتح ممر الضغط لتكوين ضغط الخنق .

سوف يؤثر ضغط الخنق أيضاً على الجزء (B) من صمام الخانق ، ومع ضغط الحبس لصمام الحبس والذي يؤثر على الجزء (A) ، سيحاولان دفع صمام الخانق لأسفل قليلاً. وبذلك يقفل صمام الخانق ممر الضغط الرئيسي عندما تتوازن القوة الدافعة لأسفل الواقعة على صمام الخانق مع قوة الياي (والتي يتم تحديدها بموضع سدادة التعشيق لأسفل، مقدار زاوية فتح صمام الخانق) بهذه الطريقة يتم تحديد ضغط الخنق بالتوازن بين القوة الدافعة لأعلى والقوة الدافعة لأسفل على صمام الخانق . بالتالي يكون ضغط الخنق متوافقاً لمقدار فتحة صمام المحرك الخانق وسرعة السيارة. ويقوم صمام الخانق بإمداد ضغط الخنق إلى كل صمام تعشيق (١ – ٢ ، ٢ – ٣)

صمام التعشيق ١ – ٢ :

يقوم هذا الصمام بالتحكم في التعشيق بين الترس الأول والتالي تبعاً لضغط الحاكم والخنق. لتحسين انزلاق الصمام، يستخدم صمام ذو ثلاث قطع . عندما يكون ضغط الحاكم منخفض ولكن ضغط الخنق مرتفع؛ سوف يدفع ضغط الخنق هذا الصمام إلى أسفل، حيث يتسبب ذلك في قفل دوائر الفرملة الثانية ويعشق ناقل الحركة في الترس الأول.وعندما يكون ضغط الحاكم مرتفع وضغط الخنق منخفض، سوف يدفع ضغط الحاكم الصمام إلى أعلى، وتفتح دوائر على مكبس الفرملة الثانية لذلك سوف يعشق ناقل الحركة في الترس الثاني كما هو موضح في الرسم أدناه .



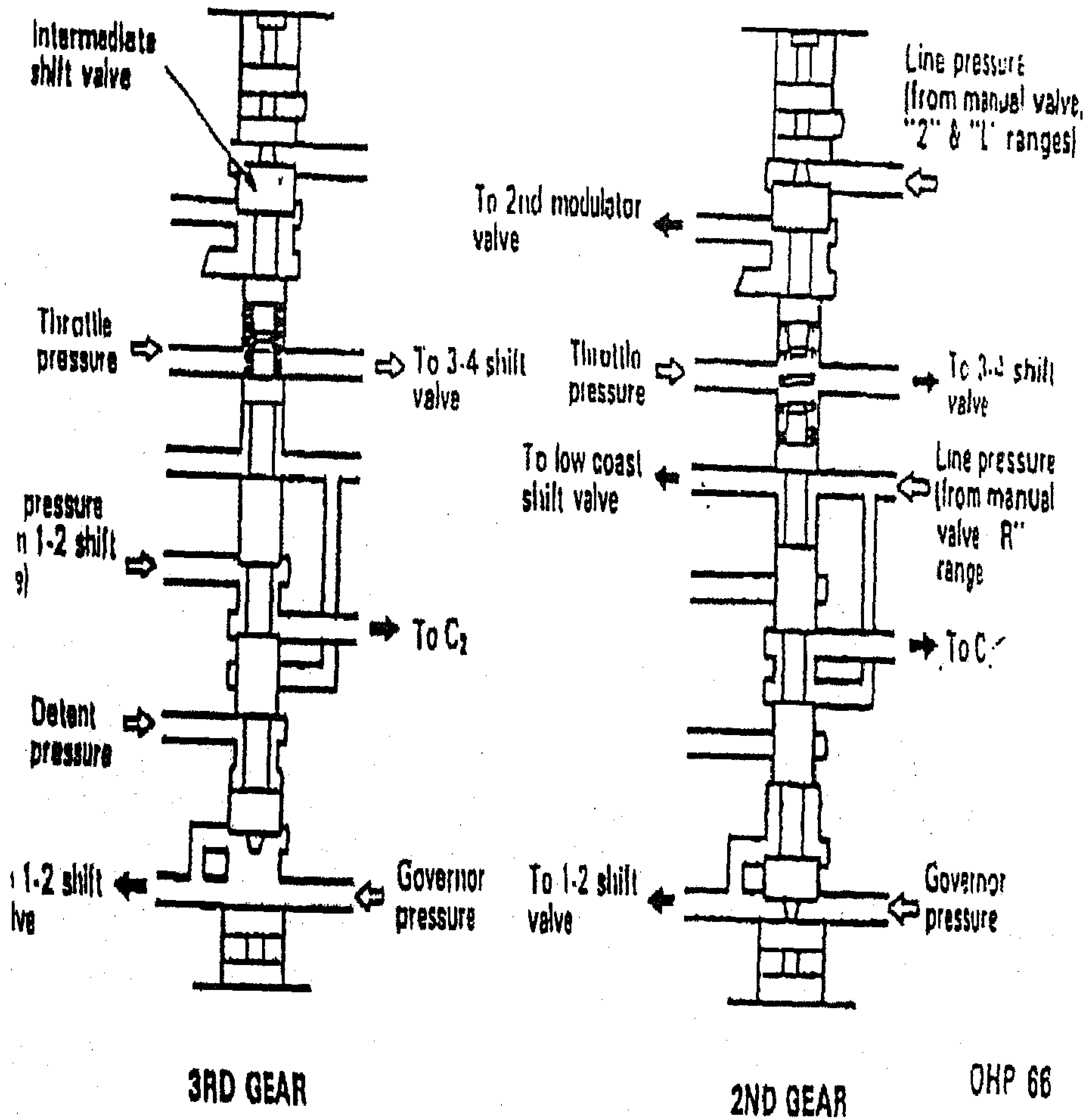


صمام التعشيق ١ – ٢

صمام التعشيق ٢ – ٣ :

يقوم هذا الصمام بالتحكم في التعشيق بين الترسين الثاني والثالث، يتم التحكم بواسطة ضغط الخنق وشد الياي لضغط الحاكم.وعندما يكون ضغط الحاكم مرتفع ، يدفع هذا الصمام إلى أعلى ضد مقاومة ضغط الخنق وشد الياي ليفتح ممر إلى مكبس القابض المباشر (C 2) وبالتالي يتم التعشيق إلى الترس الثالث.

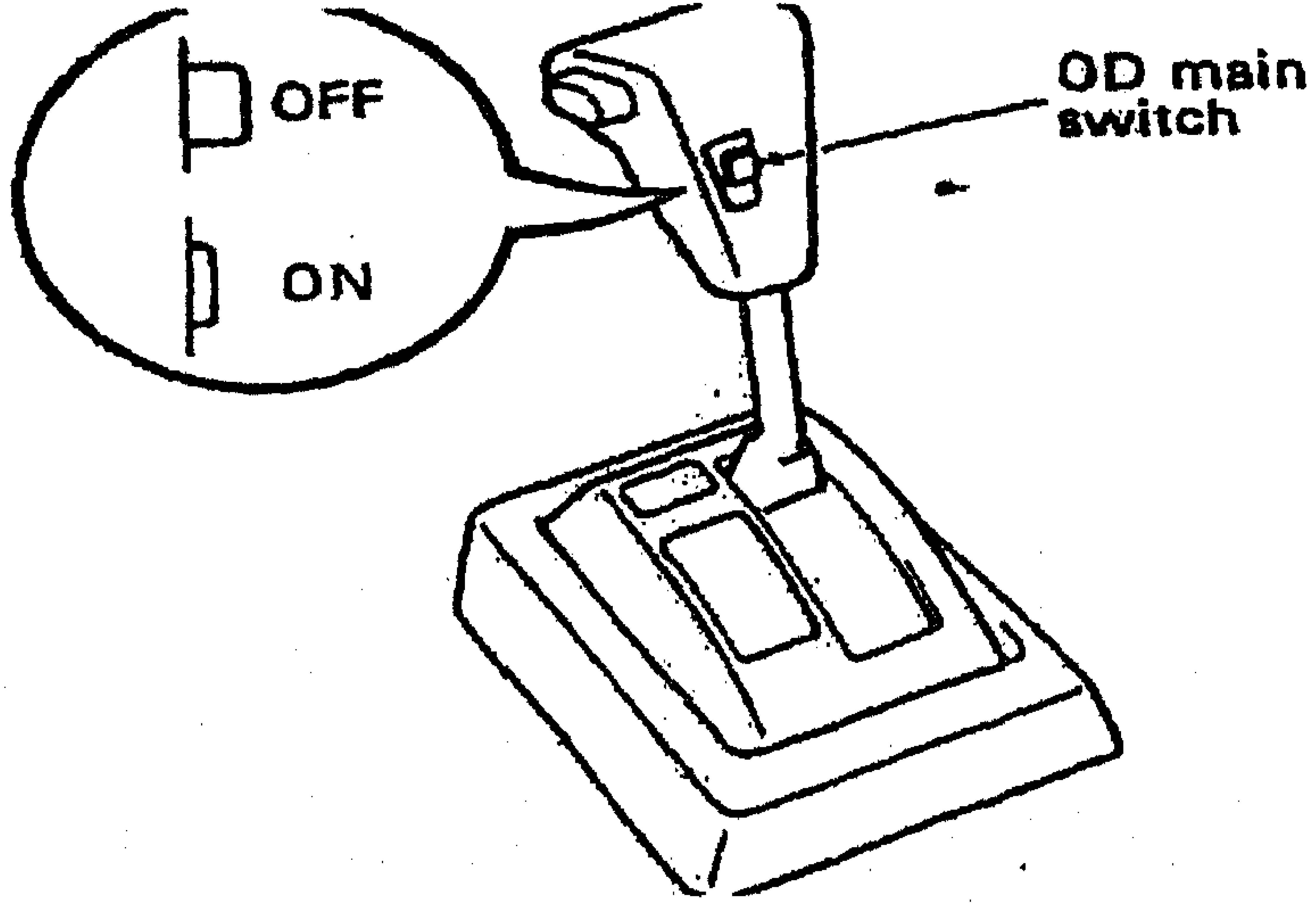
وعندما يكون ضغط الحاكم منخفض، يدفع هذا الصمام إلى أسفل بضغط الخانق وشد الياي ليقفل الممر المؤدي إلى مكبس القابض المباشر، وبالتالي يتم التعشيق إلى الترس الثاني.



نظام التحكم للسرعة الإضافية

بالإضافة إلى دوائر التحكم الهيدروليكي، يتم التحكم في آلية السرعة الإضافية بواسطة دوائر كهربائية التي تقوم بتشغيل وإيقاف الصمام الكهربائي للسرعة الإضافية الموجودة في دائرة التحكم الهيدروليكي. تتكون هذه الدائرة الكهربائية جزئياً، مفتاح رئيسي للسرعة الإضافية ومؤشر " إيقاف " للسرعة الإضافية، مفتاح درجة حرارة للماء ، صمام كهربائي للسرعة الإضافية.

المفتاح الرئيسي للسرعة الإضافية :



عندما يكون هذا المفتاح في وضع إيقاف، تكون التوصيلات موصلة، وعندما يكون في وضع التشغيل تكون التوصيلات مفتوحة. بعبارة أخرى، عندما يضغط السائق على هذا المفتاح لوضع التشغيل، يقطع التيار الكهربائي من الصمام الكهربائي، وبذلك يسمح لناقل الحركة للتعشيق لأعلى من الترس الثالث إلى السرعة الإضافية عندما تكون درجة حرارة سائل التبريد أكثر من ٥٠ درجة مئوية. عندما يضغط السائق على المفتاح لفصله، يبدأ التيار الكهربائي في المرور مرة أخرى إلى الصمام الكهربائي فيمنع ناقل الحركة من التعشيق إلى السرعة الإضافية تحت أي ظرف .

مفتاح درجة حرارة الماء

يتحرى هذا المفتاح درجة حرارة سائل تبريد المحرك. فإذا انخفضت درجة الحرارة عن ٥٠ درجة مئوية، يقفل تماس هذا المفتاح وبذلك يتم توصيل الصمام الكهربائي بالأرض. وبذلك يمنع الصمام الكهربائي ناقل الحركة من التعشيق لأعلى السرعة الإضافية. سوف يفتح التماس ثانية عندما تزيد درجة حرارة سائل التبريد عن ٥٠ درجة مئوية .

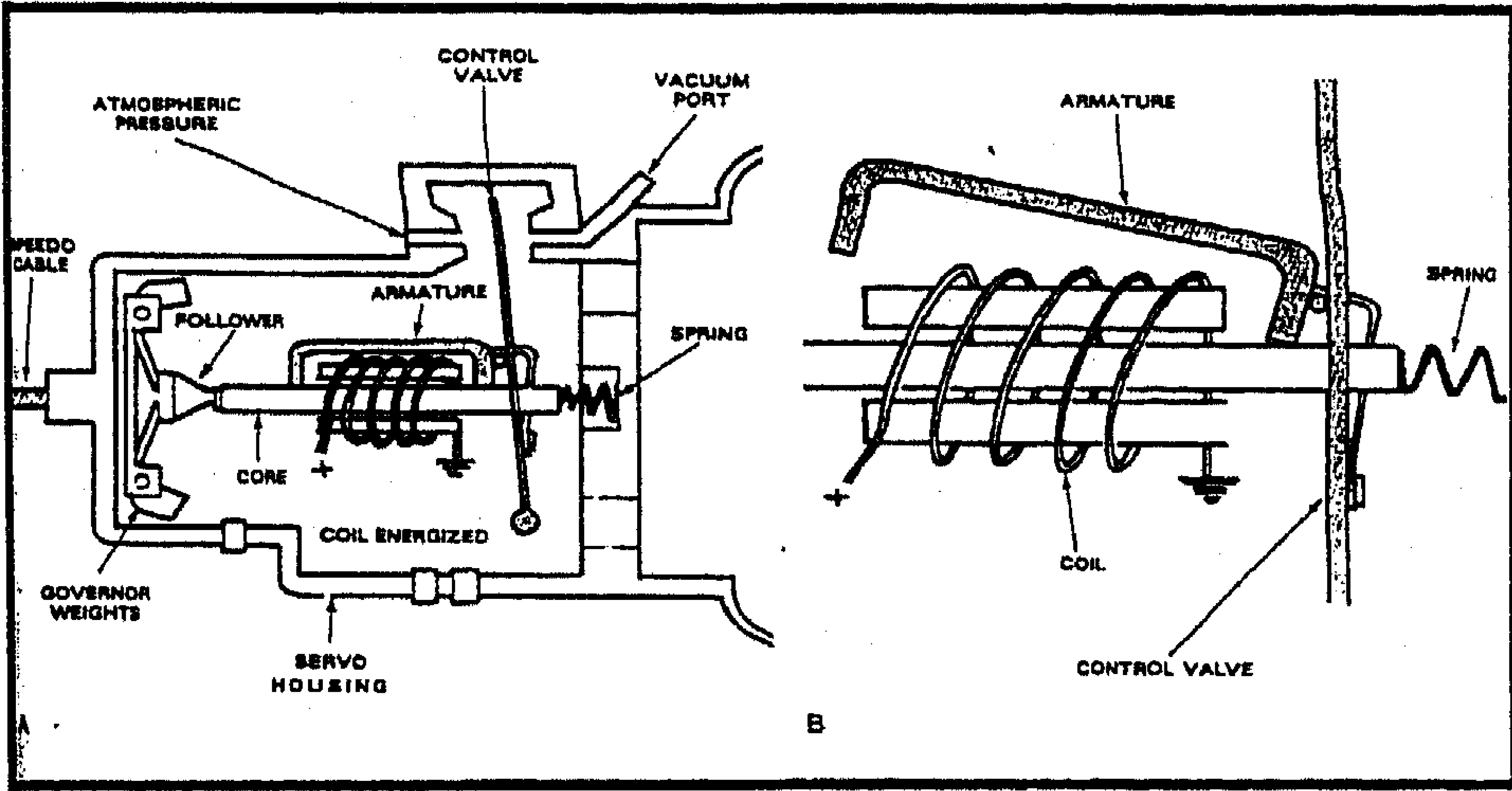
التحكم فى السرعة (مثبت السرعة)

يوجد نوعين من نظم التحكم فى السرعة وهما :

١- ذو منظم الطرد المركزى .

٢- ذو الفيض المغناطيسى المتغير .

والشكل بين النوع الأول بينما يبين الشكل النوع الثانى

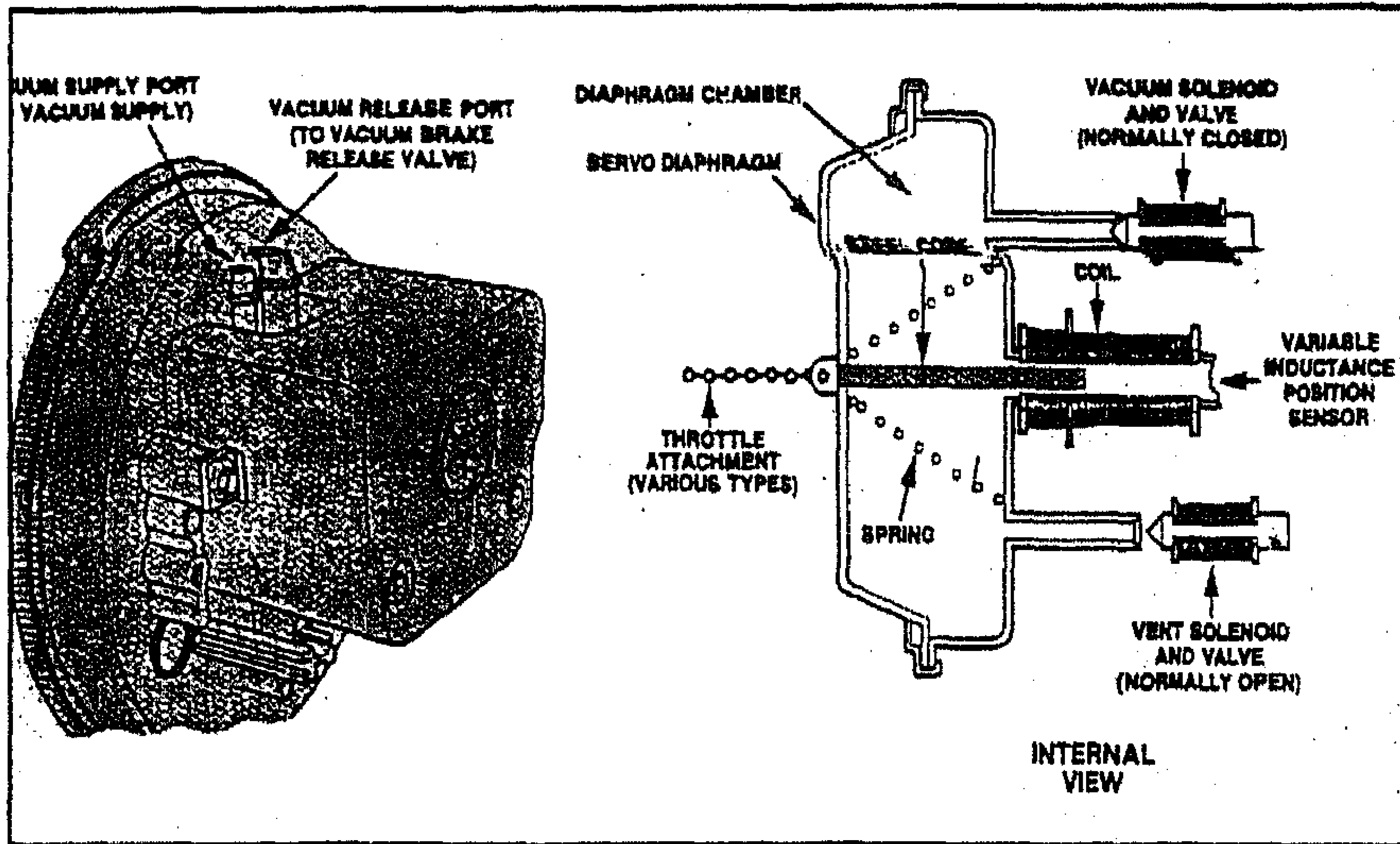


وفى النوع الأول يوجد ملف كهرومغناطيس واحد يعمل على تثبيت صمام التحكم (ساق) مع القلب المنزلق للملف الكهرومغناطيس والذى يتم التحكم فى حركته بواسطة دفع منظم الطرد المركزى الذى يدار بواسطة كابل السرعة .

أما النوع الثانى فتتم التحكم فى القلب المنزلق داخل الملف الكهرومغناطيسى بواسطة اتصال مع صمام الاختناق فى مجمع السحب (كما الشكل) ويتم التحكم فى اتصال تخلخل مجمع السحب مع غرفة الرواخ بواسطة صمام كهربى.ويتم التحكم فى اتصال الهواء الجوى مع غرفة الرواخ بواسطة صمام كهربى أخر.

ويتم التحكم فى كلا الصمامين عن طريق وحده الكترونية تتحسس الضغط فى مجمع السحب (يتناسب عكسيا مع الحمل) M.A.P وكذلك سرعة السيارة عن طريق

حساس سرعة السيارة V.S.S وحساس وضع صمام الاختناق T.P.S للعمل على تثبيت سرعة السيارة عند السير على طرق منحدرة مائلة أو فصل آلية التثبيت عند استخدام الفرامل .



عدادات السرعة :

أن وظيفة عداد السرعة هى تبيان سرعة حركة السيارة وفي وقت واحد حساب مسافة الطريق المقطوعة ويتألف عداد السرعة من آليتين، متحدثين بغلاف وقاعدة مشتركين وهما: مؤشر السرعة (العقدة السرعية) والعقد الحاسبة (العداد) . تقسم عدادات السرعة وفق مبدأ التشغيل إلى عدادات الحث المغناطيسي وعدادات كهربائية، ووفق طريقة بدء التشغيل إلى عدادات ذات إدارة بعمود مرن وعدادات ذات إدارة كهربائية.

إن العقد السرعية لكل عدادات السرعة تعمل وفق مبدأ المفعول المغناطيسي الدردوري . ويبين الشكل(أ) مخطط العقدة السرعية لمثل هذا العداد . يكون المغناطيس ٤ المربوط على جذع التدوير ٣ ، ممغنطا بحيث يجعل كلا القطبين أو عدة ازواج من الأقطاب تستقر على محيط القرص.

يدور المحور المنفرد ٨ بحرية على كرسي تحميل وتثبت عليه الحذاذة ٢- المصنوعة من مادة لامغناطيسية (الالمنيوم) التى تطوق المغناطيس مع وجود خلوص بحيث تتشتت أكثر ما يمكن من خطوط القوة المغناطيسية لمجال المغنطيس خارج جسمه، متخللة مادة الحذاذة ولكي يمر القسم الأكبر من الدفق المغناطيسي عبر الحذاذة ، توضع بخلوص ضئيل من خارجها أيضا الشاشة ١ المصنوعة من مادة مغناطيسية مرنة، التى تحشد المجال المغناطيسي بالاتجاه العامل .

عند دوران الجذع يوجه المجال المغناطيسي التيارات التردية المحلية فى جسم الحذاذة، مكونة بدورها المجال المغناطيسي للحذاذة فيولد التأثير المتبادل بين المجال المغناطيسي ومجال الحذاذة، عزم تدوير يسعي إلى تدوير الحذاذة فى اتجاه دوران المغناطيس. ويتناسب مقدار هذا العزم مع عدد دورات المغناطيس .

ويعرقل دوران محور الحذاذة ، النابض الحلزوني (زنبرك شعري) ٧ الذى يلتف عند زيادة عزم السحب، مكونا عزما مضاداً تتناسب قيمته مع زاوية الدوران.

وعندما يكون عدد دورات المغنلطيس ثابتا تبقي الحذاذة بعد دورانها بزاوية معينة فى الوضع الذى يصبح فيه عزم التعامل المتبادل للمجالات المغناطيسية مساويا للعزم المضاد للزنبرك الشعري. وتتناسب زاوية دوران الحذاذة والعقرب ٦ المربوط معها تناسبا طردياً مع عدد دورات المغناطيس، ولهذا يكون تدريج عداد السرعة منتظما.

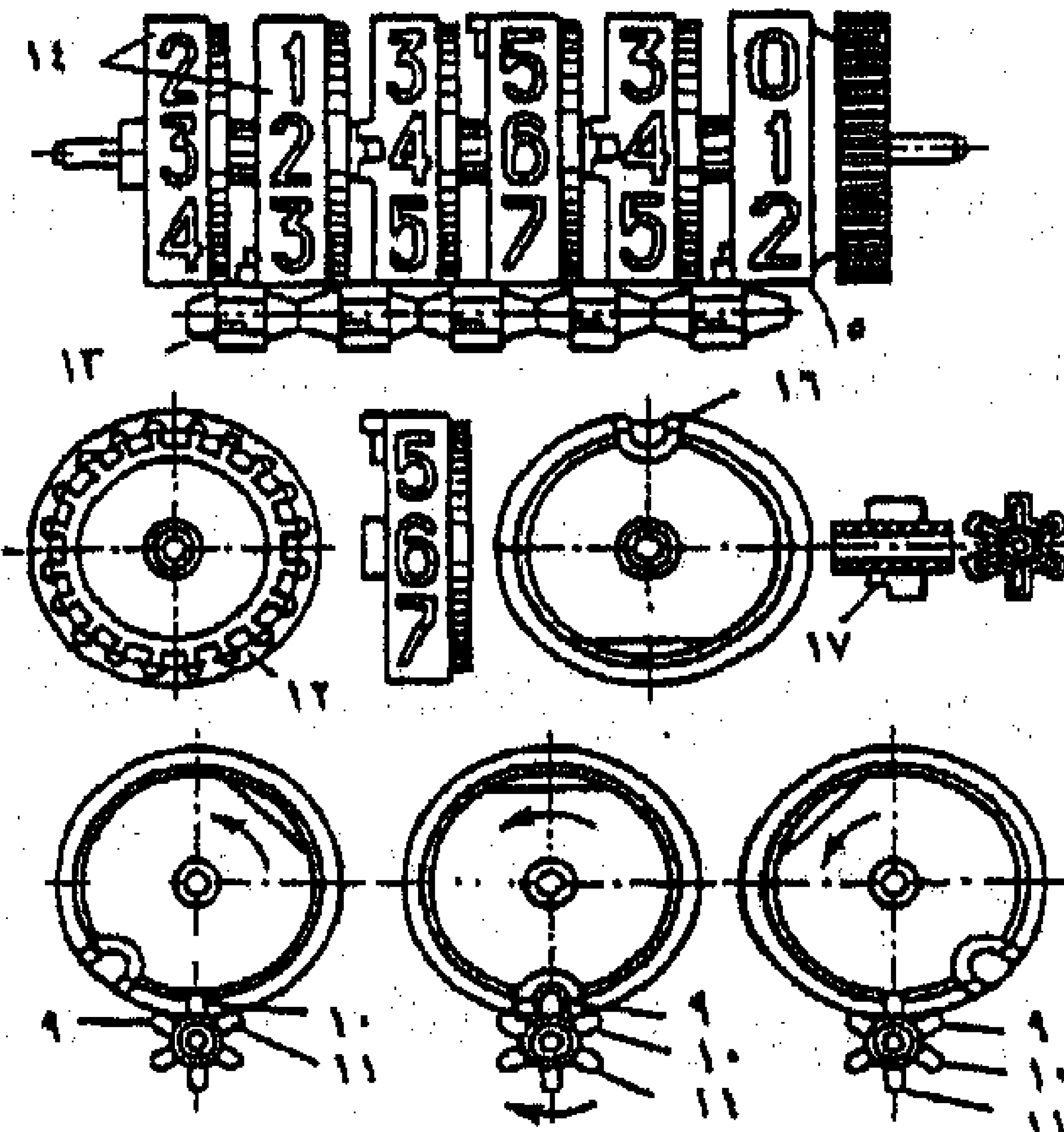
يوجد على جذع التدوير لجميع العدادات، مسنن دودي مفرد القطعية تشغل العقدة الحاسبة بواسطته. وتحتوى الطلبة الحاسبة (الشكل ب) من جهة الإدارة على ٢٠ سنا ، موضوعة على المحيط ، ومن الجهة الأخري يوجد سنان وفراغ بينهما وتوجد فى الترس الصغير ستة أسنان متعشقة مع الطبلات، علما بأنه فى تلك الجهة من الترس الصغير التى ترتبط مع الطبلة ذات المسنن وتكون ثلاثة أسنان من الستة قصيرة ومرتبة بين واحد وآخر وتركب الطبلات والتروس الصغيرة على محاورها بحرية، أما الطبلة الأخيرة من الجهة اليمني (الأولية) فترتبط مع جذع الدخول لعداد السرعة. وعند دوران الطبلة الأولية، تقترب الأسنان من السن القصير للترس

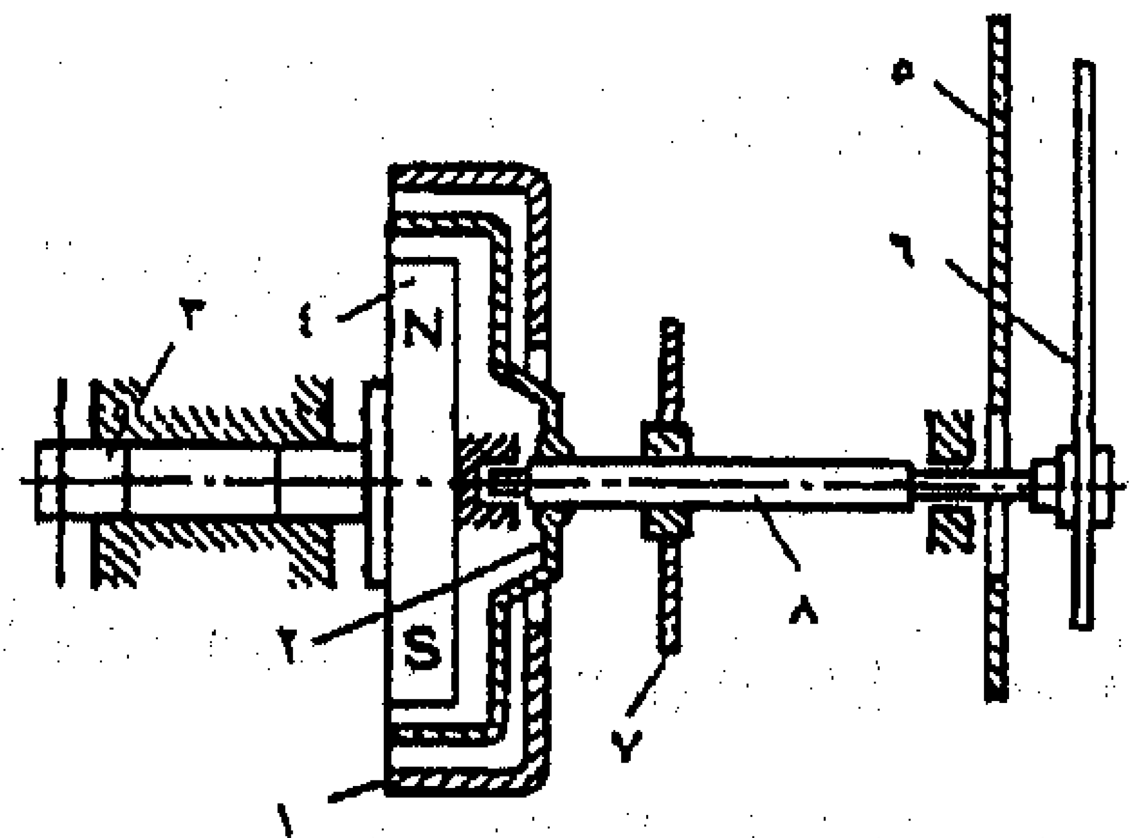
الصغير، مدوراً أياه ١ / ٣ دورة ومن ثم يستمر بدورانه. وعندئذ يقوم الترس الصغير بتدوير الطبلة التالية بمقدار سنتين اثنتين أى بمقدار ١ / ١٠ من جزء دورته .

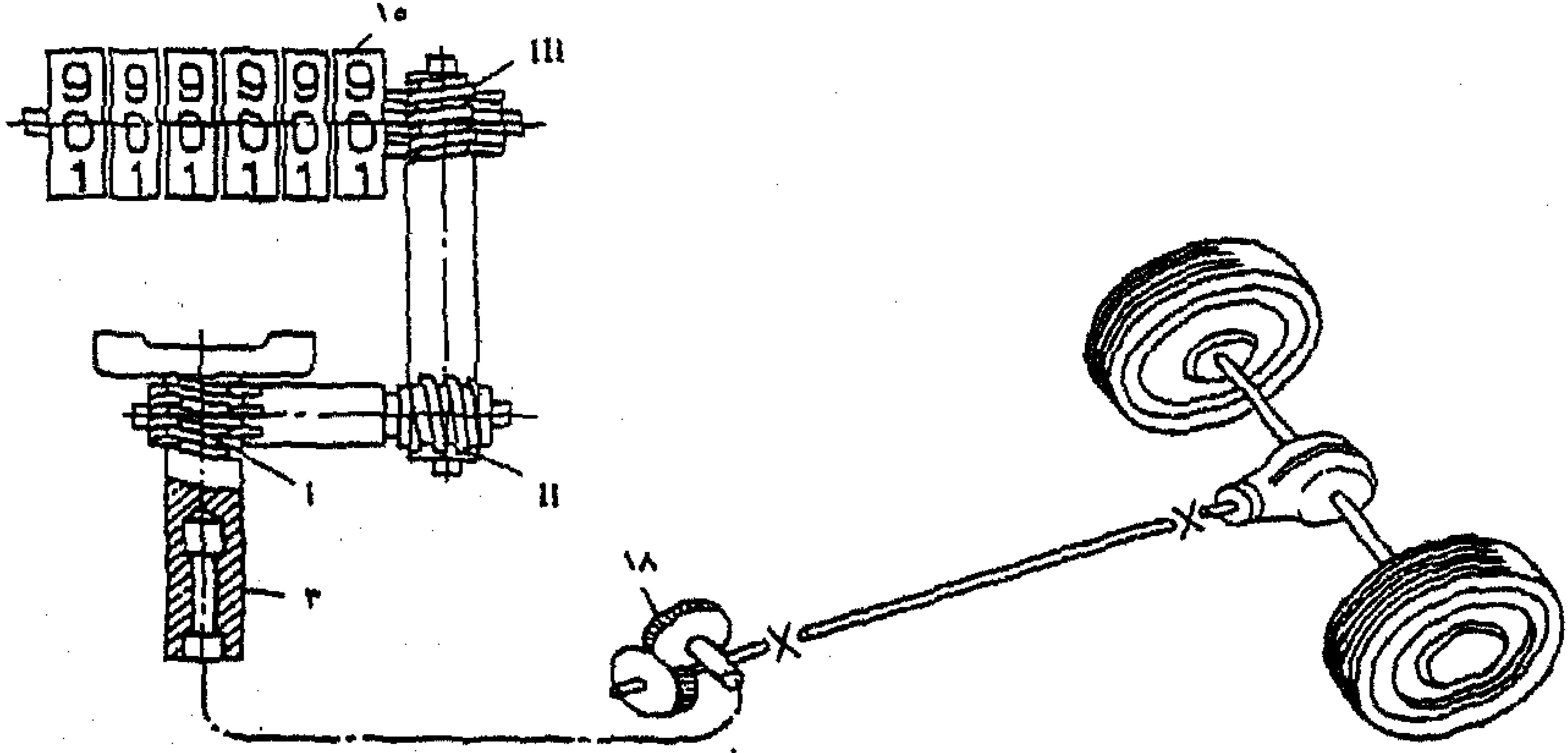
وبينما تكمل الطبلة الأولية ذات السنين دورتها الكاملـــة لا يـــستطيع التـــرس الصغير الدوران لأن سنتين أثنتين من اسنانه الطويلة تنزلقان على القسم الاســـطواني للطبلة الذى لا يوجد فيه فراغ ويضمن مثل هذا التصميم استداره كل طبلة تالية بمقدار ١ / ١٠ من جزء الدورة بعد قيام الطبلة السابقة بدور كاملة واحدة .

وفى حالة الطبلات الست المستعملة عادة فى عدادات السرعة فإنه بعـــد كـــل ١٠٠٠٠٠ دورة من دورات الطبلة الأولية، تعود جميع الطبلات الأخري إلى وضـــع الانطلاق وتبدأ القراءة الحسابية للعقدة الحاسبة من الصفر.

تنتقل الحركة إلى عداد السرعة من صندوق المسننات بواسطة عمود مـــرن، ترتبط أحدي نهاياته مع عداد السرعة والأخري – مـــع محـــور الخـــروج لـــصندوق التروس فى السيارة. ويتألف العمود المرن لإدارة عداد السرعة من سلك معـــدني ذي طرفين ومثبت داخل غلاف ذي جلبتين وصامولتين. وينقل السلك المعـــدني الحركـــة الدورانية. ويركب الغلاف بثبات وهو يحمي السلك المعدني من التلف ويحافظ علـــى الزيت الضروري لعمل السلك المعدني لمدة طويلة وبشكل مضمون. وثمة خلوص بين السلك المعدني والغلاف .







شكل تركيب عداد السرعات بالحث المغنطيسي .

أ. مخطط العقد السرعية ، ب. العقد الحاسبة ذات التعشيق الخاريج، جـ مخطط إدارة عداد السرعة؛ ١. الشاشة ، ٢. الحذاذة، ٣. جذع التدوير، ٤. المغنطيس ، ٥. المدرج، ٦. العقرب(الابرة)، ٧. النابض الحلزوني، ٨. المحور، ٩ و ١١ – الأسنان الطويلة، ١٠. السن المقصر بالطول، ١٢. اسنان الطبلة، ١٣ و ١٤ الطبلات، ١٥. الطبلة الأولية ، ١٦. سنا الطبلة، ١٧. الحز المقصر للسن، ١٨. مخفض إدارة عداد السرعة ، III, II, I – التروس الدودية .

يتألف السلك المعدني المرن من عدة نوابض لولبية متعددة اللفات ملفوفة أحدها على الأخر فى عدة طبقات، ولها قلب داخلي مشترك من سلك مستقيم وتتناوب اتجاهات لف الطبقات . وتستعمل فى عداد السرعة بين جذع التدوير ٣ (الشكل جـ) والطبلة الأولية ١٥ للعقد الحاسبة، ثلاث مراحل مخفضة للتروس الدودية I و II و III تكون نسبة تعشيق المسننات فيها ٦٢٤ أو ١٠٠٠ للسيارات .

يتم اتصال جاسئ بين الجذع الداخل لعداد السرعة والطبلة الأولية، لهذا تعتمد دقة قراءة المسافة المقطوعة من قبل السيارة فى العقدة الحاسبة على نسبة تعشيق المسننات لإدارة المخفض ١٨ لعداد السرعة وعلى وضع اطارات السيارات وتختار نسبة تعشيق المسننات لإدارة عداد السرعة طبقا لنسبة تعشيق المسننات للإدارة الرئيسية ونصف قطر دوران عجلات السيارة .

ويتوقف الخطأ فى قياس مسافة الطريق المقطوعة على انحراف نصف قطر الدوران الحقيقي عن نصف قطر الدوران التصميمى وذلك بسبب تآكل السطح المحيطي للعجلات وتغير ضغط الهواء فى الإطارات والحمل على العجلات وانزلاقها وعدم استواء الطرق وإلى آخره. وهذه الأسباب يمكن أن تؤدي إلى حدوث خطأ فى القياس يبلغ حتى ١٠ – ١٥ % من المسافة المقطوعة الكلية .

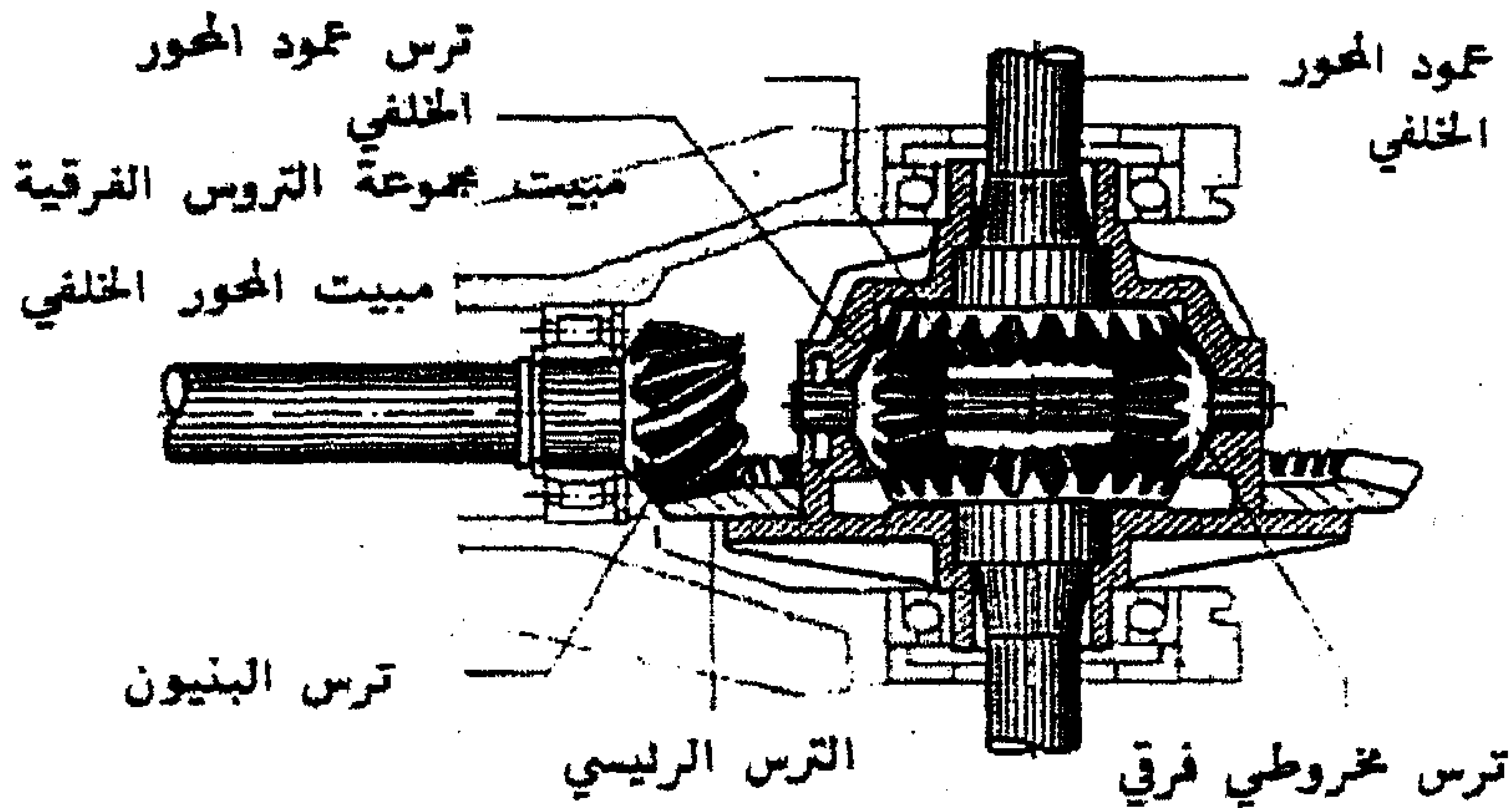
مجموعة الإدارة النهائية

مجموعة الإدارة النهائية هي عبارة عن مجموعة من التروس متصلة مع بعضها تعمل علي نقل عزم الدوران من صندوق السرعات إلي العجلات وتحول اتجاه القوة من لاتجاه الطولي إلي الاتجاه العرضي ، وتتكون مجموعة الإدارة النهائية من :

١- عمود الإدارة (عمود الكردان) و الوصلات المفصلية .

٢- مجموعة التروس الفرقية .

٣- أعمدة المحاور .

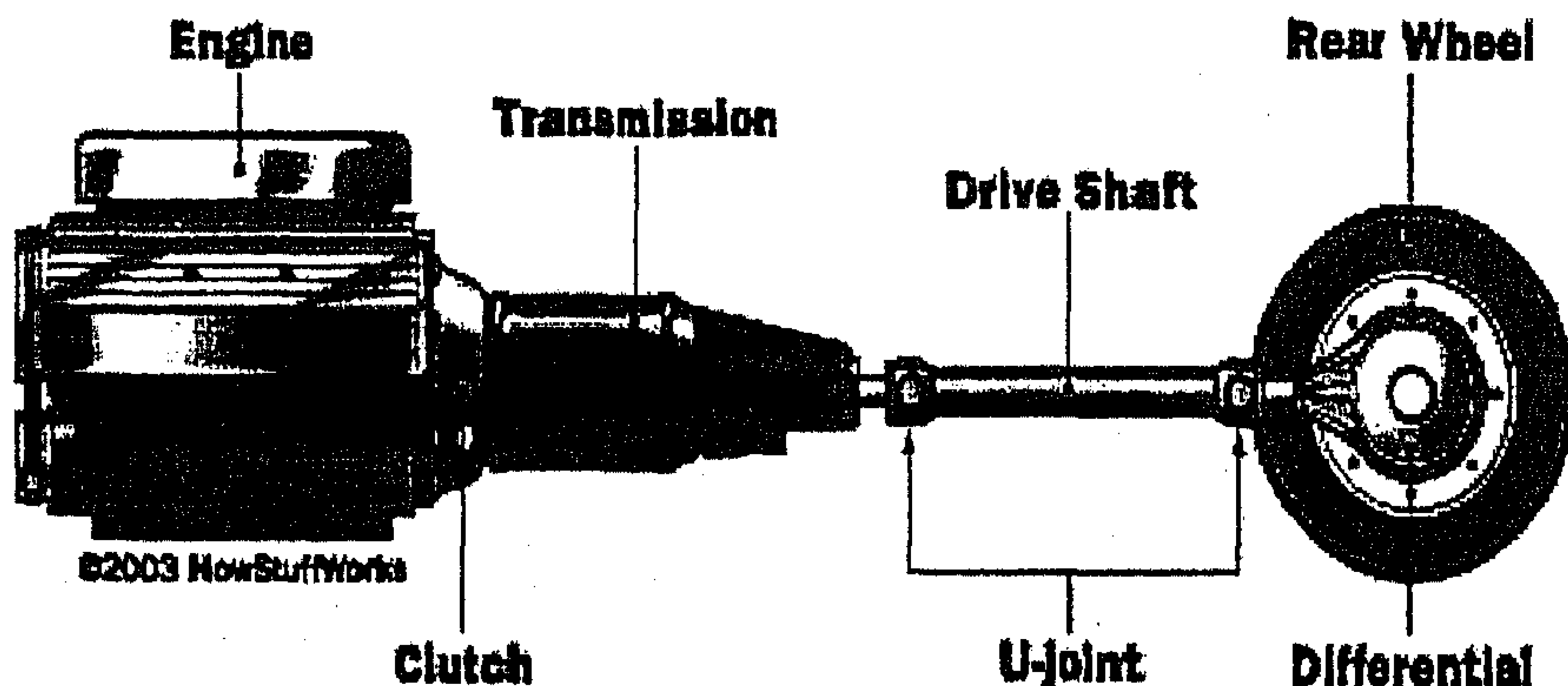


شكل (١) يوضح مجموعة الإدارة النهائية

الوصلات :

وظيفتها نقل الحركة بين عمودين يميل أحدهما علي الآخر بزاوية معينة و مهمتها هنا في السيارات هو وصل كل من العمود الرئيسي لصندوق السرعات وعمود الإدارة (الكردان) لترس البنيون الداخل إلي مجموعة النقل النهائي وغالبا ما تكون هذه الوصلة من نوع هوك و الواضح أنه يجب استخدام وصلتين من هذا النوع أحدهما علي طرف عمود الكردان من جهة مجموعة النقل النهائي والأخرى مع عمود خرج صندوق السرعات لأن هذه الوصلة غالبا ما تحدث اختلاف في السرعة الزاوية المنقولة فإن

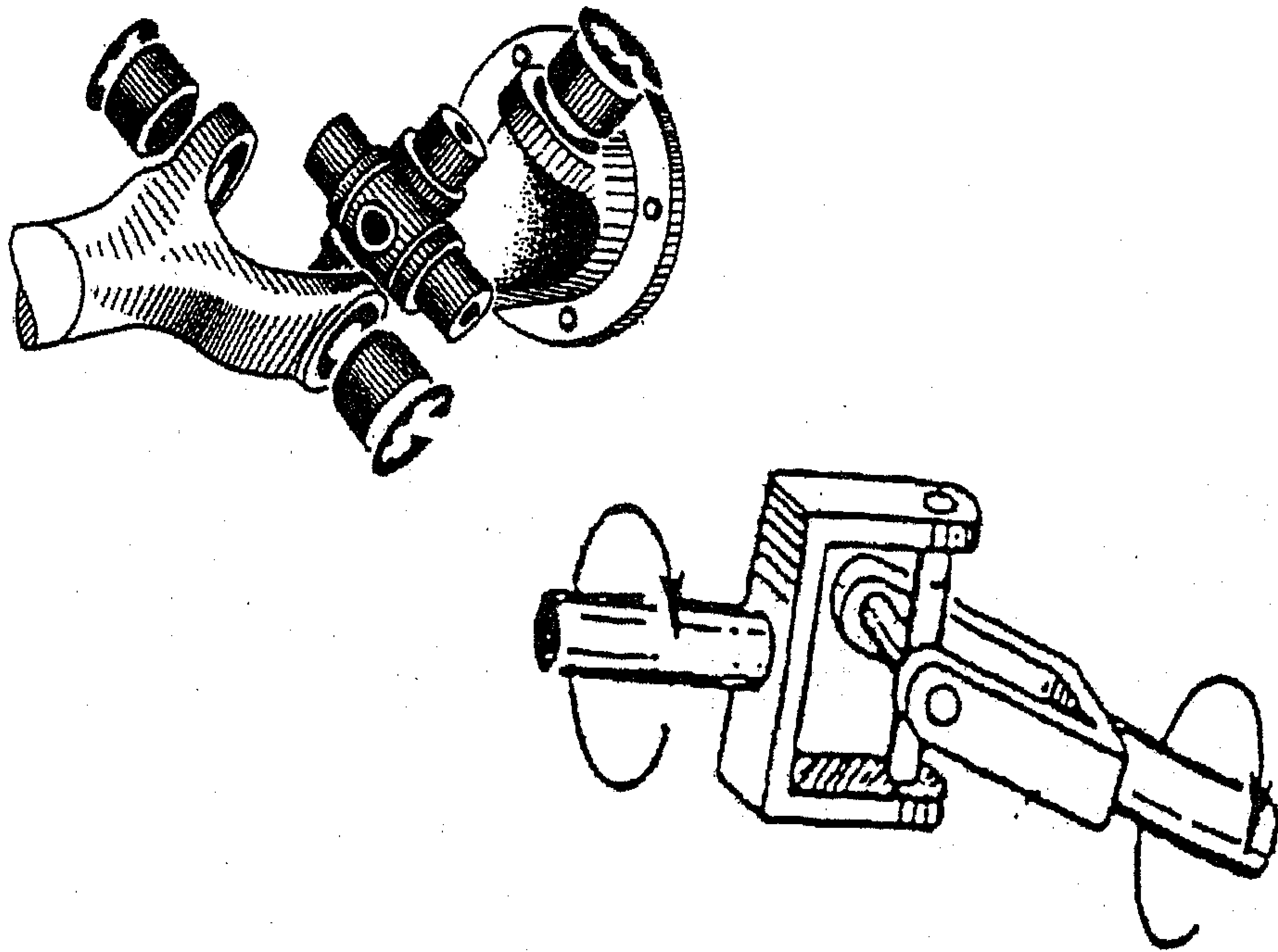
إحداها تصحح ما تحدثه الأخرى من اختلاف في السرعة ولذلك اتجه التفكير في عمل وصلات أطلق عليها وصلات السرعة الثابتة حيث أنها تحافظ علي السرعة الزاوية المنقولة من عمود إلي آخر بأن تكون متساوية وليس بها أي اختلاف و تستخدم هذه الوصلات علي الأعمدة الناقلة للحركة للعجلات الأمامية في نوع الجر الأمامي .



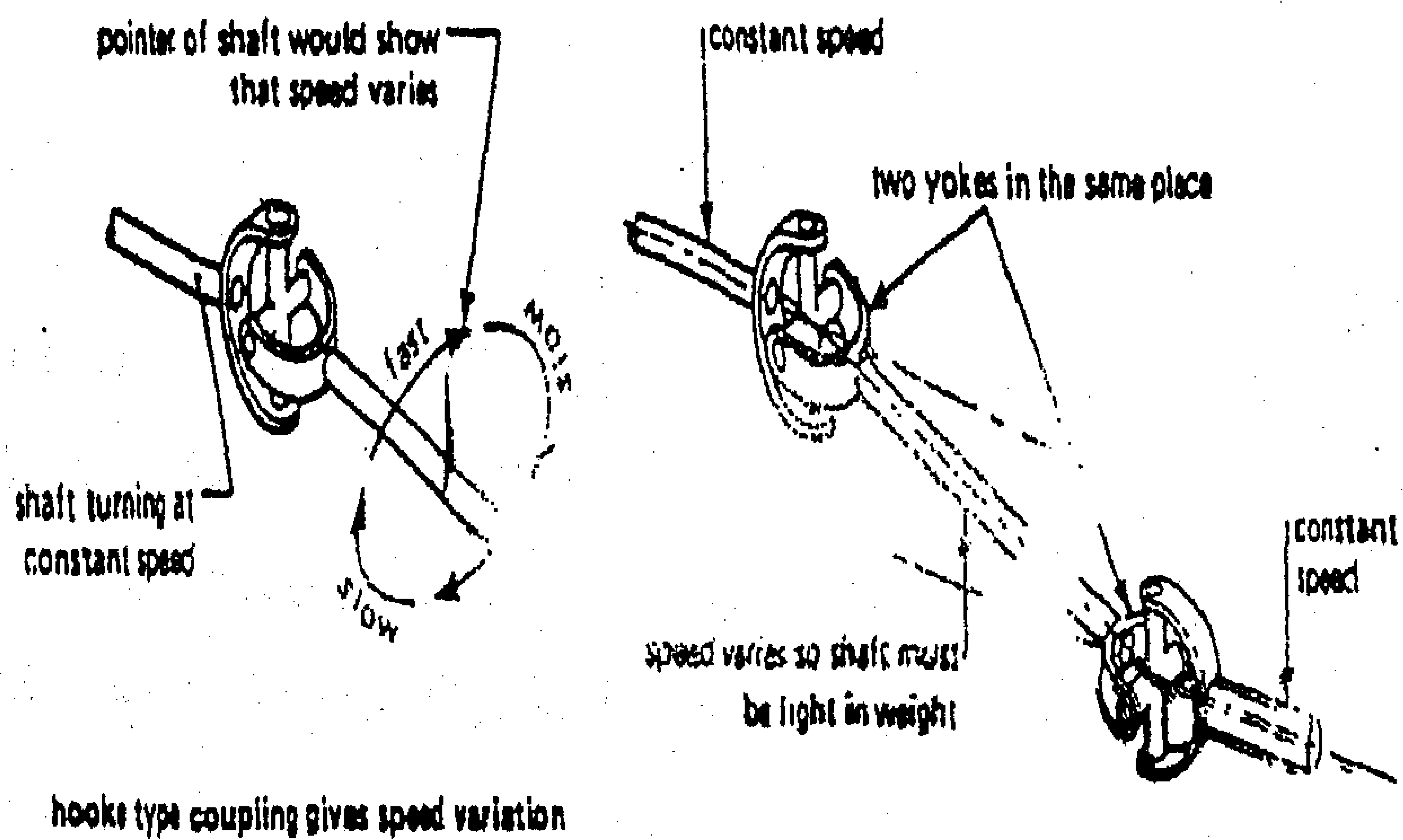
شكل (٢) منظومة نقل قدرة لسيارة ذات دفع خلفي

والشكل (٣) يوضح الوصلة من نوع هوك بنوعيها المستخدم لصليبة معدنية يمكن تزيينها بالشحم كوسيلة للتزييت و النوع الآخر ذو محاور مطاطية حيث يحيط بمحاور الصليبة جلب مطاطية و يتميز هذا النوع بأنه يعمل بدون صوت و يمكن للوصلة امتصاص الصدمات (الاهتزازات) لوجود المطاط بها كما أنها تتميز بأنها تحافظ علي ثبات السرعة .

و يوضح الشكل (٤) طريقة اتصال وصلة هوك بالأعمدة و تأثيرها علي اختلاف السرعة الزاوية و التي يتطلب معها ضرورة استخدام وصلتين كما هو موضح.



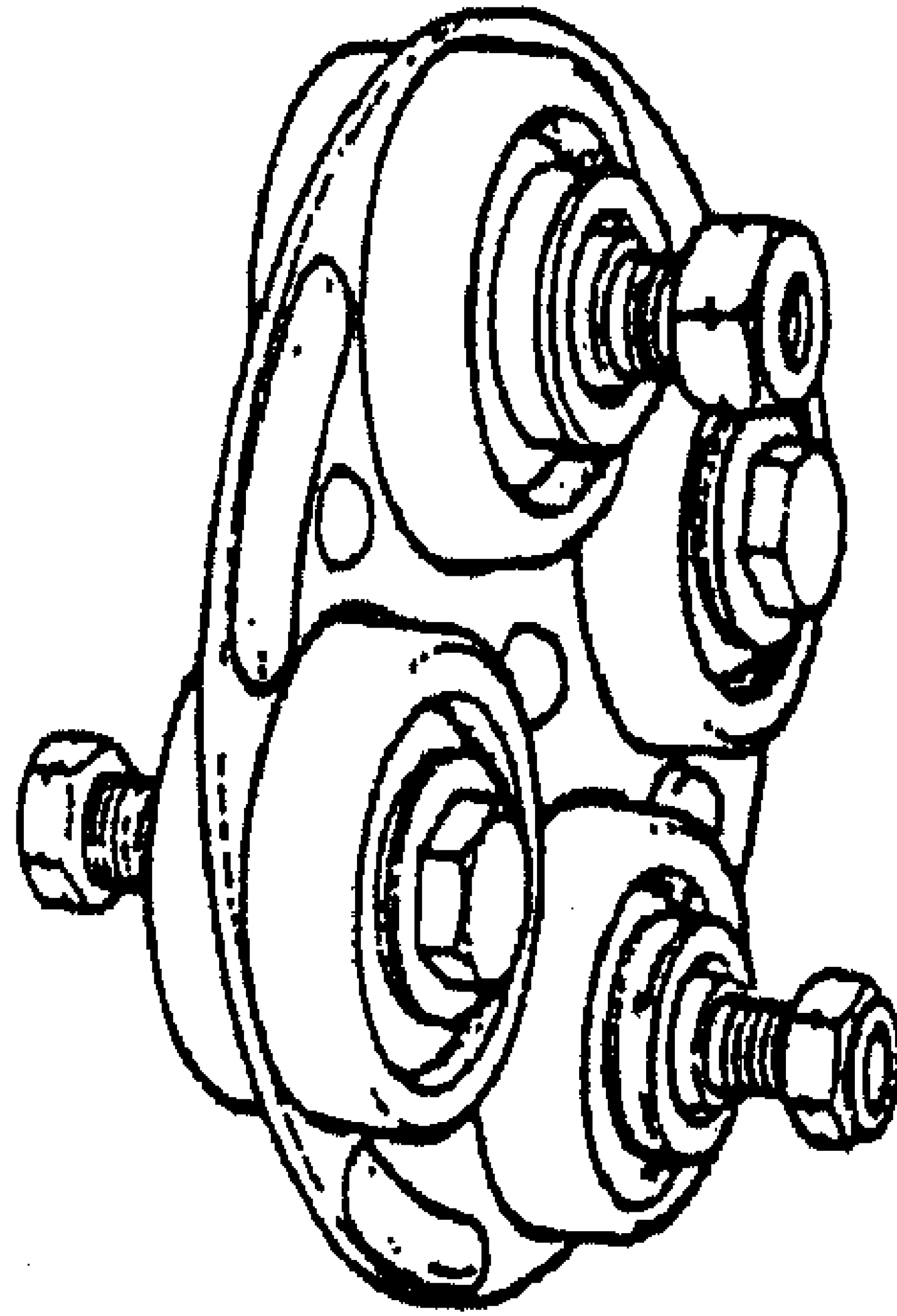
شكل (٣) الوصلات المفصلية

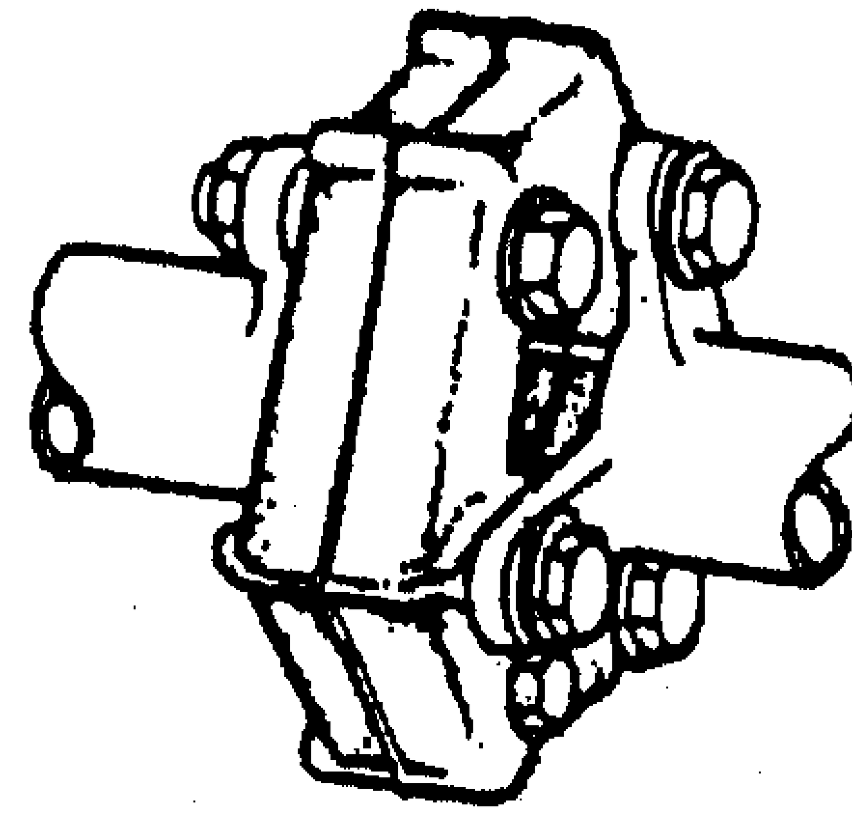


شكل (٤) وصلة هوك

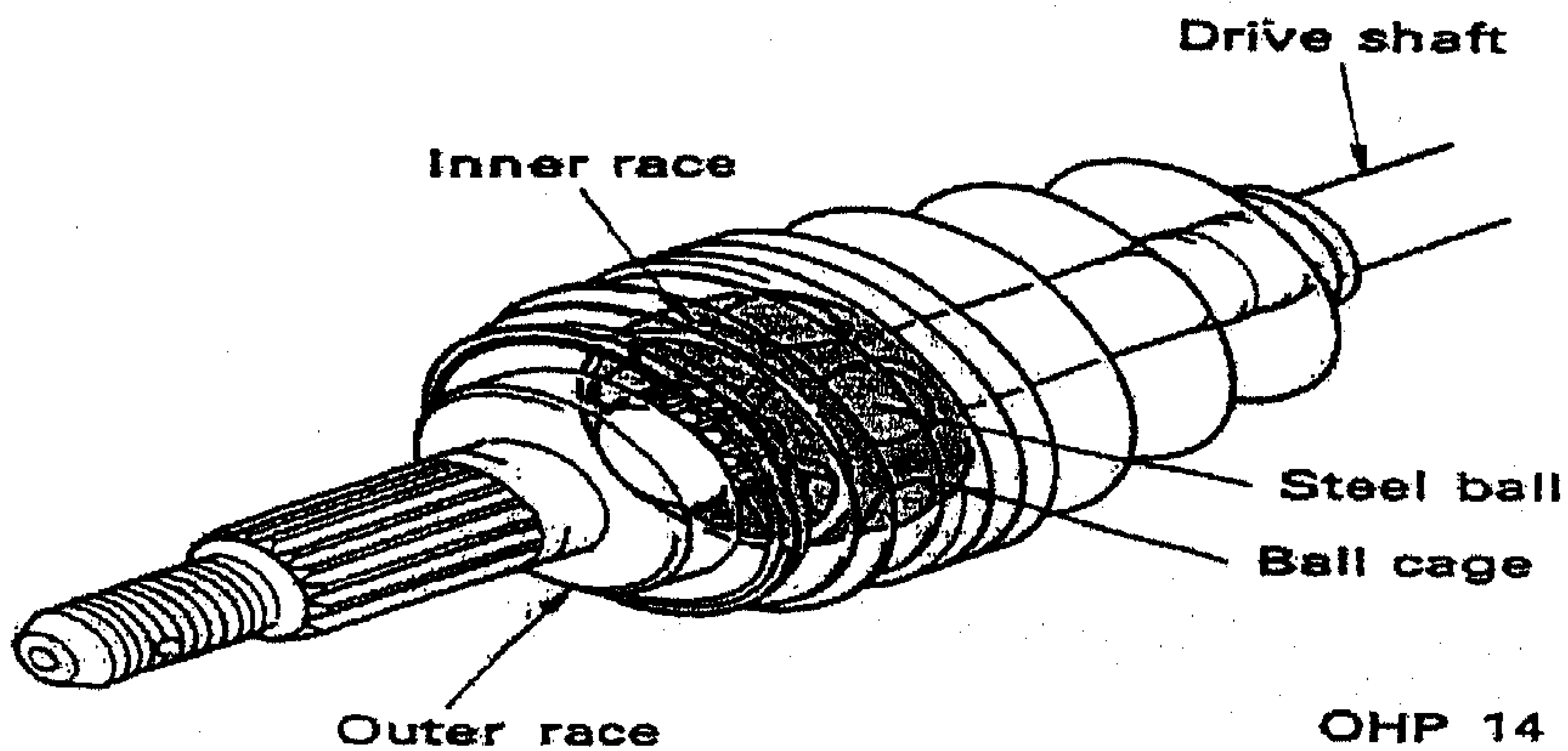
ويوضح الشكل (٥) أنواع الوصلات المرنة (المطاطاية) وتقوم هذه الوصلات بامتصاص الصدمات وفي حالة التحميل المفاجئ وهذه النوعية من الوصلات لا تحتاج إلي تزييت ولا تحتاج إلي صيانة.

ويوضح الشكل (٦) وصلة من وصلات السرعة الثابتة والمستخدمة مع محاور الجر الأمامي حيث تحافظ علي ثبات السرعة الزاوية المنقولة .





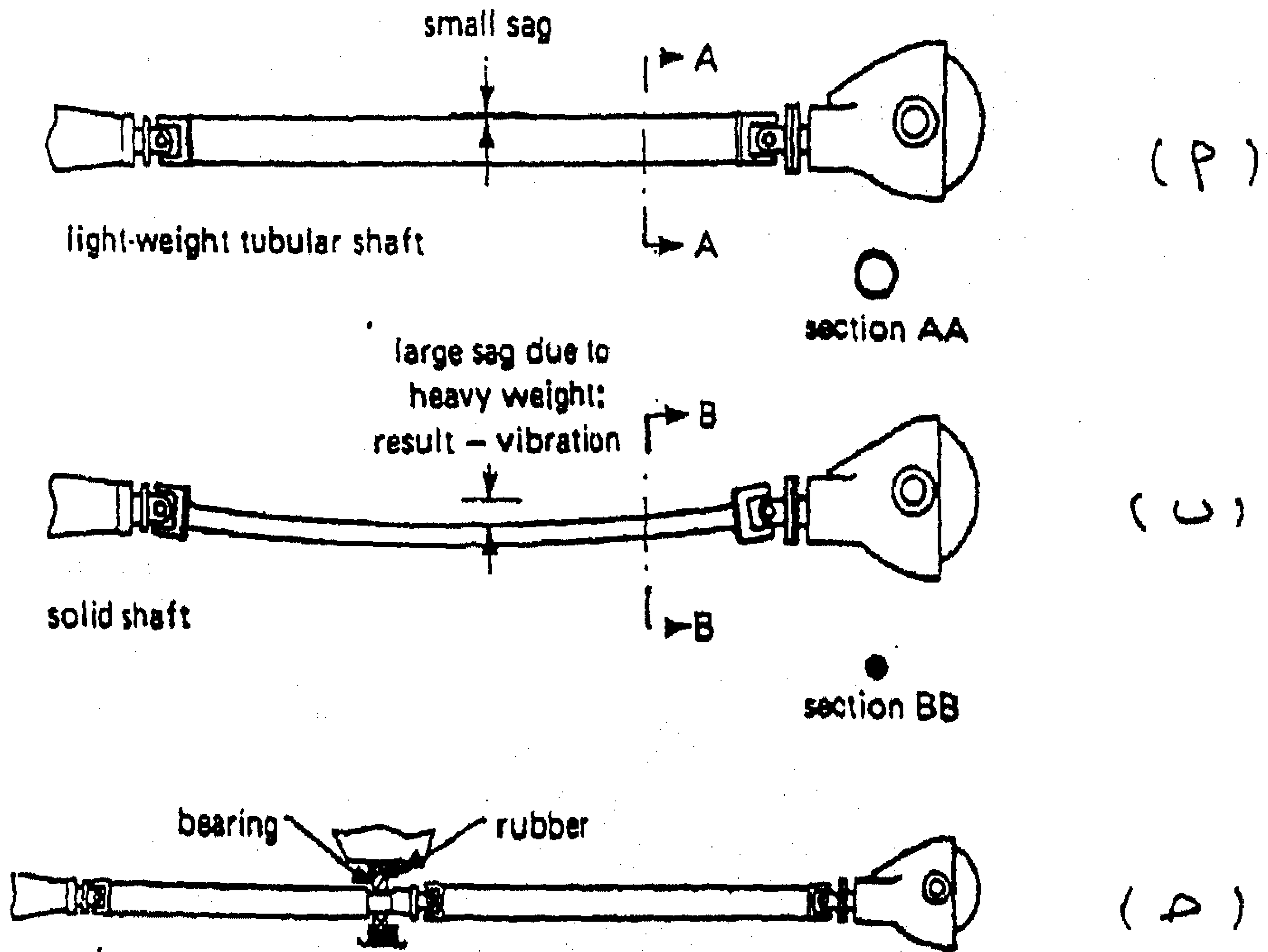
شكل (٥) الوصلات المرنة (المطاطية)



شكل (٦) الوصلة ذات السرعة الثابتة

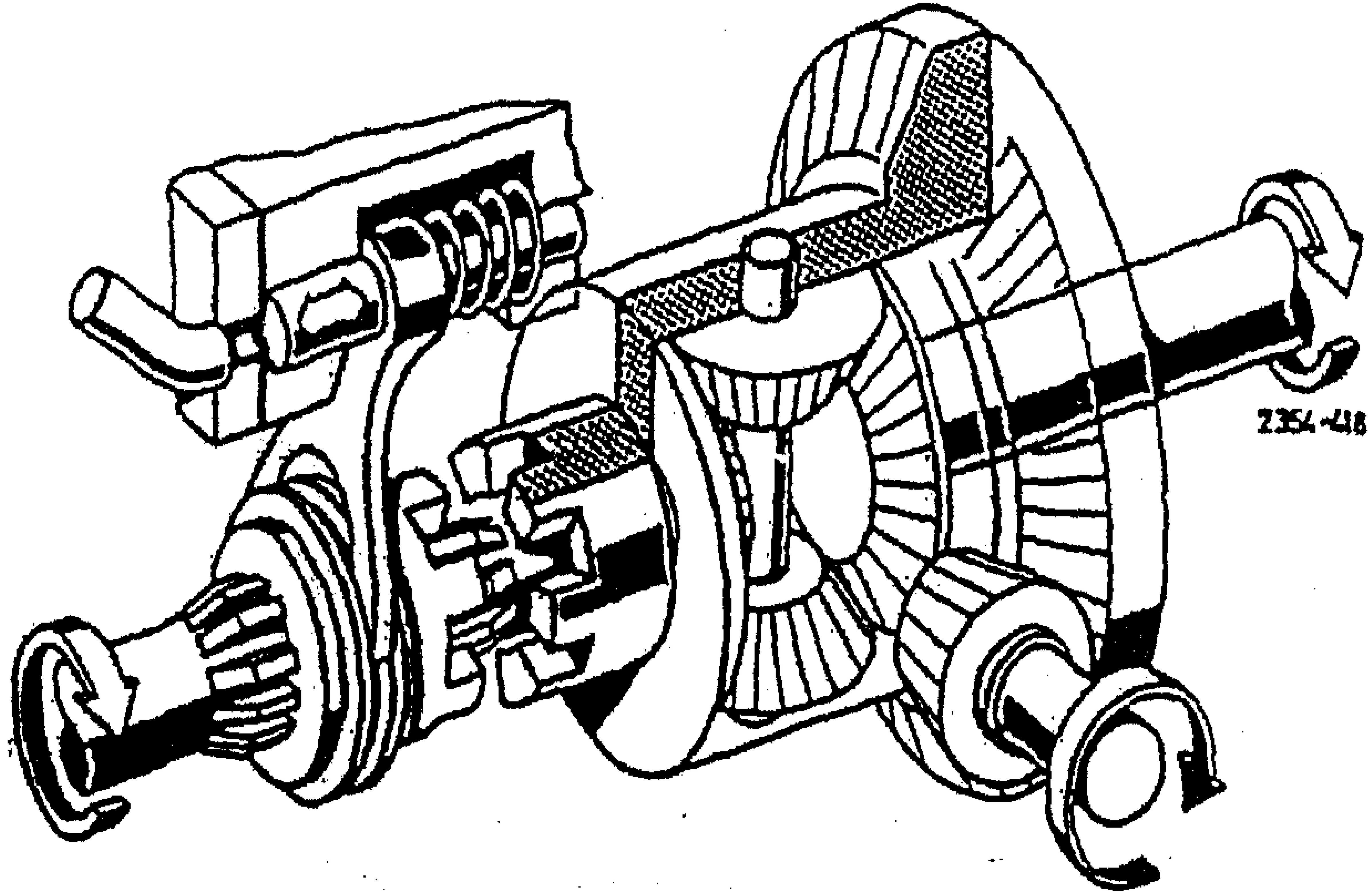
عمود الكردان Propeller Shaft :

الشكل (٧) يوضح أنواع مختلفة لعمود الكردان وكما هو موضح بالشكل فإنه ينقل الحركة من صندوق السرعات إلي مجموعة النقل النهائي و الشكل(أ) يوضح نوع مجوف (خفيف الوزن) و يكون التشوه أو الانحناء به ضئيل جدا كما هو موضح أما في نوع (ب) فهو مصمت(وزنه كبير) ينتج مع اهتزازات التشوه أو الانحناء الكبير الموضح بالرسم ، و النوع (ج) عندما يكون عمود الكردان طويل و مستخدما عد سرعات عالية فلابد من عمل كرسي تحميل في المنتصف كما هو موضح حتى نتجنب الاهتزازات التي قد تؤدي إلي انحناءه أو تشوهه .



شكل (٧) تصميمات عمود الكردان

مجموعة (تروس) النقل النهائي The Final Drive :

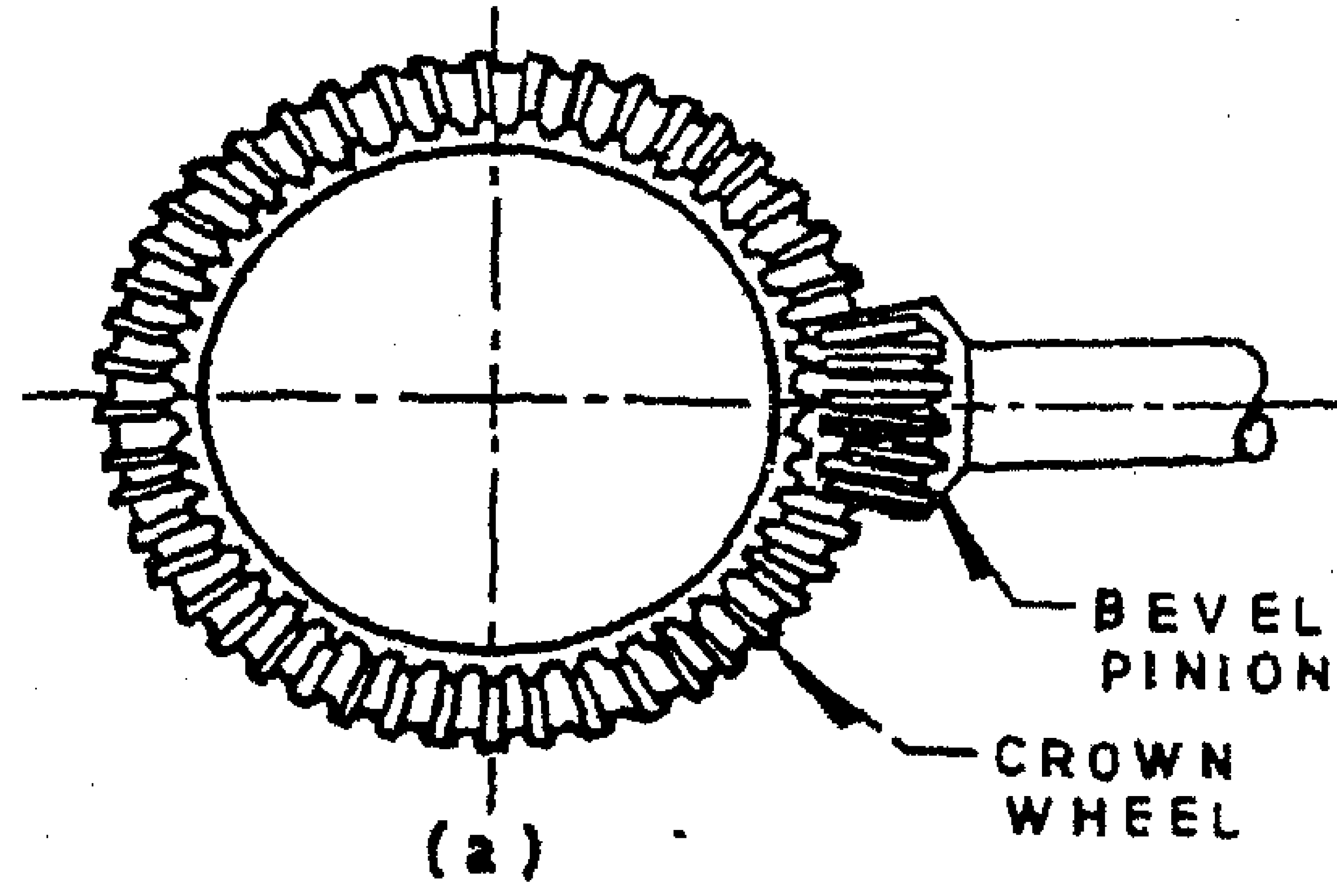


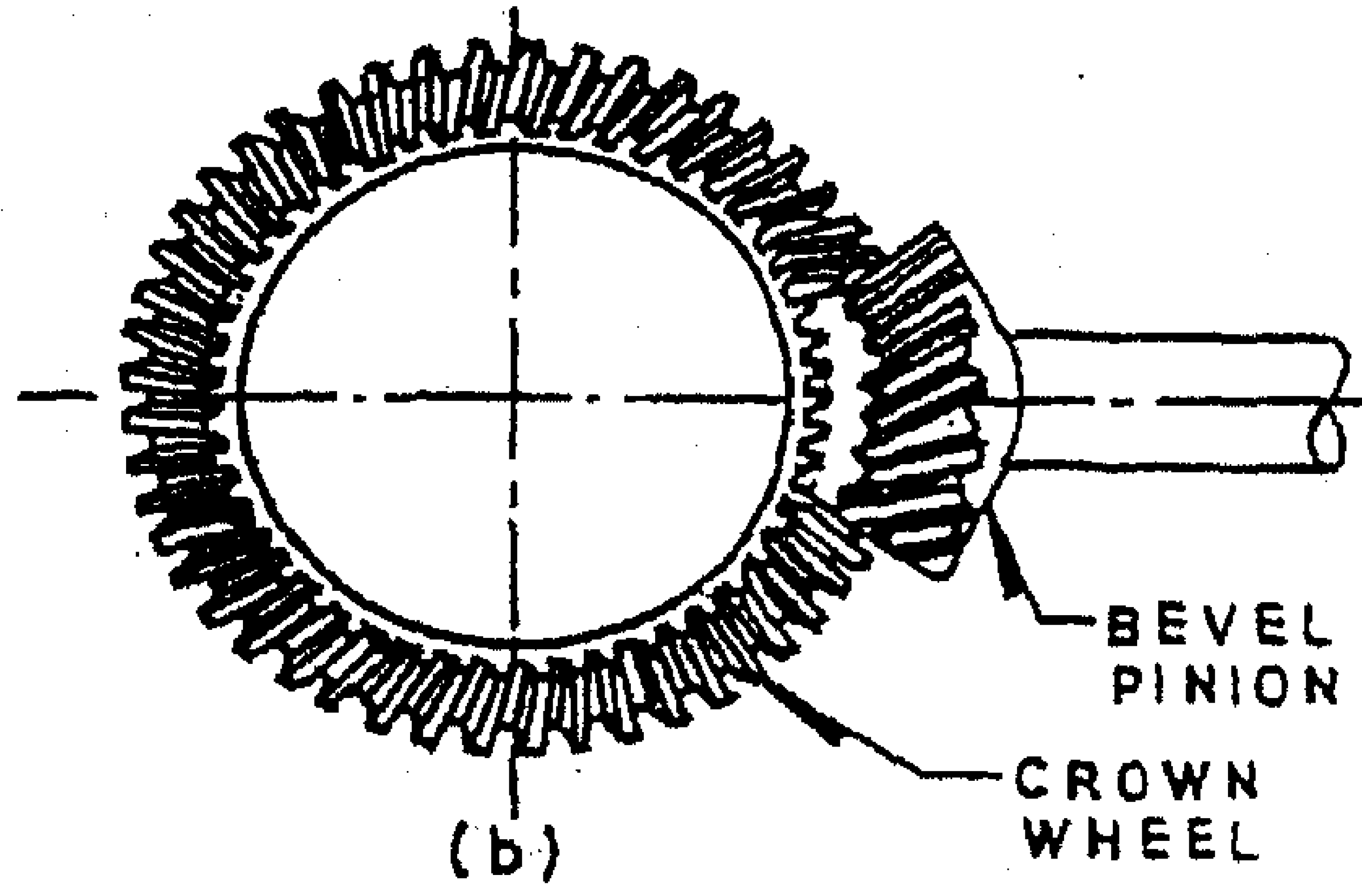
الشكل (٨) يوضح ثلاثة أنواع لتروس النقل النهائي وكلها لها وظيفة واحدة بأن تحول الحركة الدورانية الطولية إلي حركة دورانية عرضية علي المحاور النصفية و الأنواع الموضحة لترس البنيون (الترس الصغير) و ترس التاج (ذو عدد الأسنان المضاعفة) والمتعامد مع الترس الصغير يطلق عليها تروس النقل النهائي أما عن الأنواع كما هو موضح بالشكل :

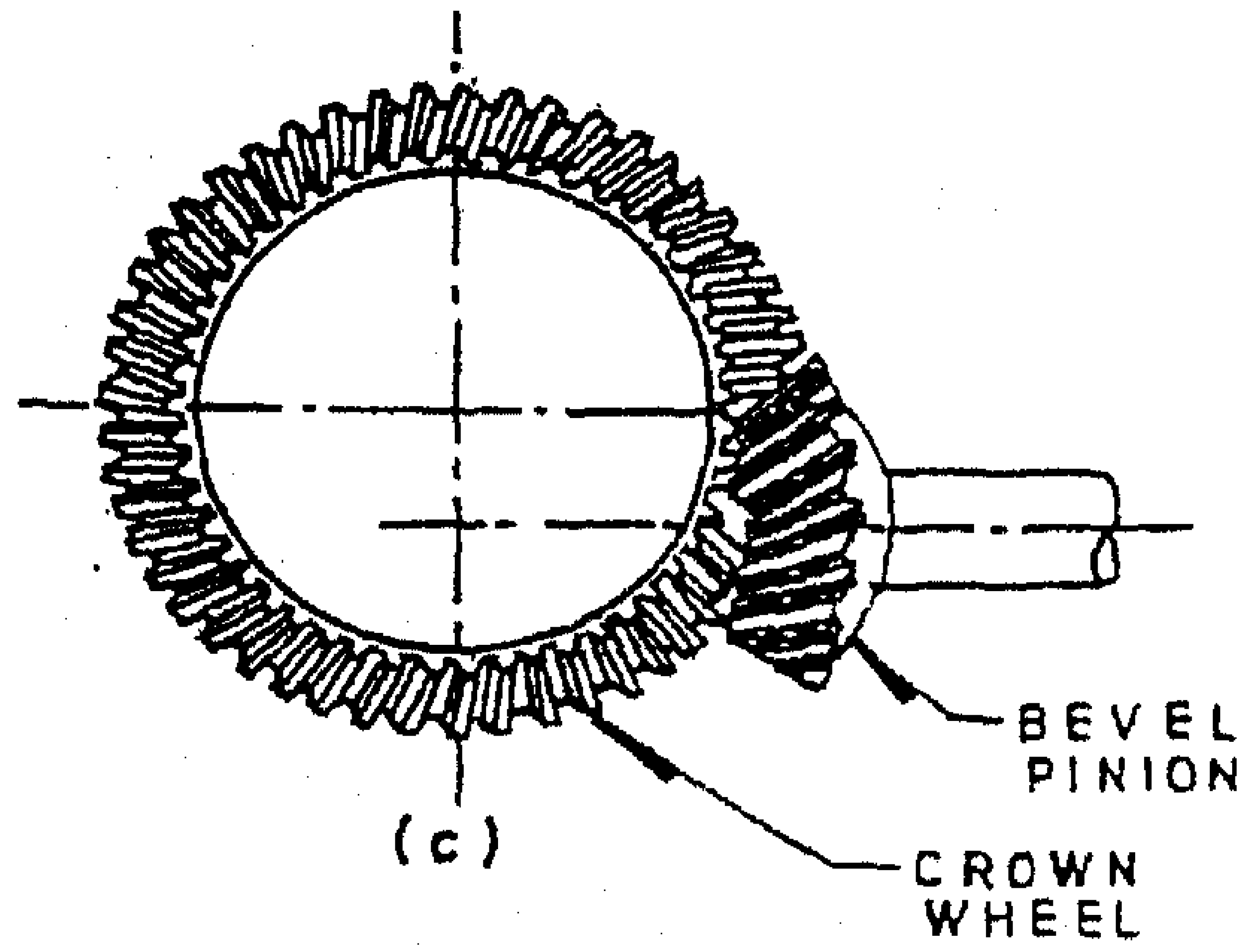
a) تروس ذات أسنان مستقيمة .

b) تروس ذات أسنان حلزونية .

c) تروس ذات أسنان حلزونية (هيبويد) و لكل منها استخدام، أنواع التروس التحتيه (الهيبويد) تستخدم مع سيارات الركوب أم الهيبويد(العلوية) فتستخدم مع سيارات النقل .







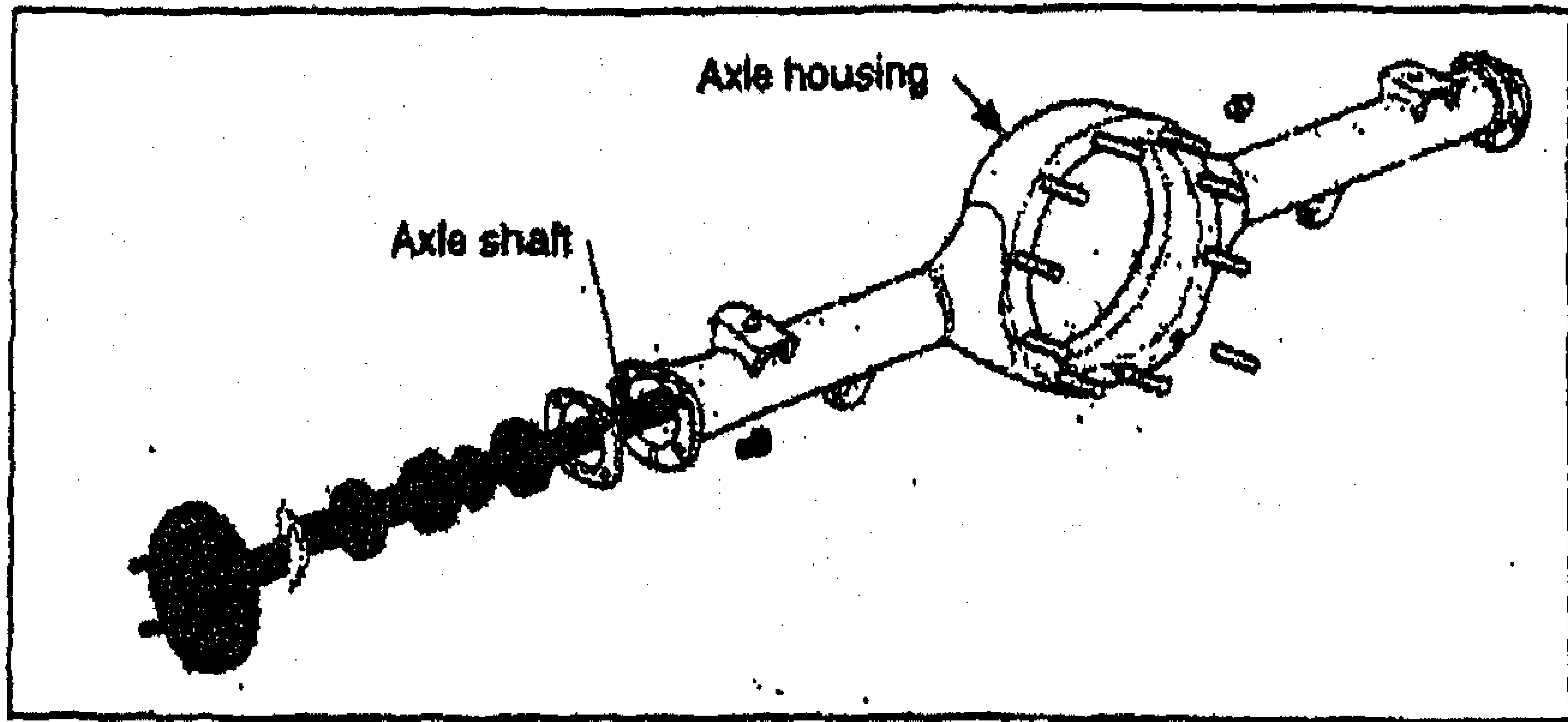
شكل (٨) أنواع مجموعة التخفيض النهائي

جدول (٩) الجدول الموضح يبين مميزات وعيوب الأنواع المختلفة لتروس النقل النهائي

النوع	الميزات	العيوب
تروس مخروطية ذات أسنان مستقيمة	• كفاءة عالية(فقد قليل في القدرة) . • منتج رخيص	ضوضاء أثناء التشغيل .
تروس مخروطية ذات أسنان حلزونية	تشغيل هادئ .	ضغوط عالية علي الأسنان .
تروس مخروطية حلزونية(هيبويد)	• يمكن لعمود الكردان أن يركب لأعلى أو لأسفل • ترس البنيون يكون قويا (عمر أطول)	• يحتاج لكراسي تحميل قوية • كفاءة أقل . • يحتاج لتزييت خاص لمقاومة التآكل علي الأسنان

أعمدة المحاور :

وهي عبارة عن أعمدة مصنوعة من الصلب لنقل القدرة من مجموعة التروس الفرقية إلي عجلات الدفع و يكون في أطرافها الداخلية مرواد تعشق مع التروس الفرقية في مجموعة النقل النهائي و أطرافها الخارجية تدعم بفلانشات تركب عليها العجلات كما بالشكل (١٠).



شكل (١٠) يوضح تركيب العمود داخل الغلاف

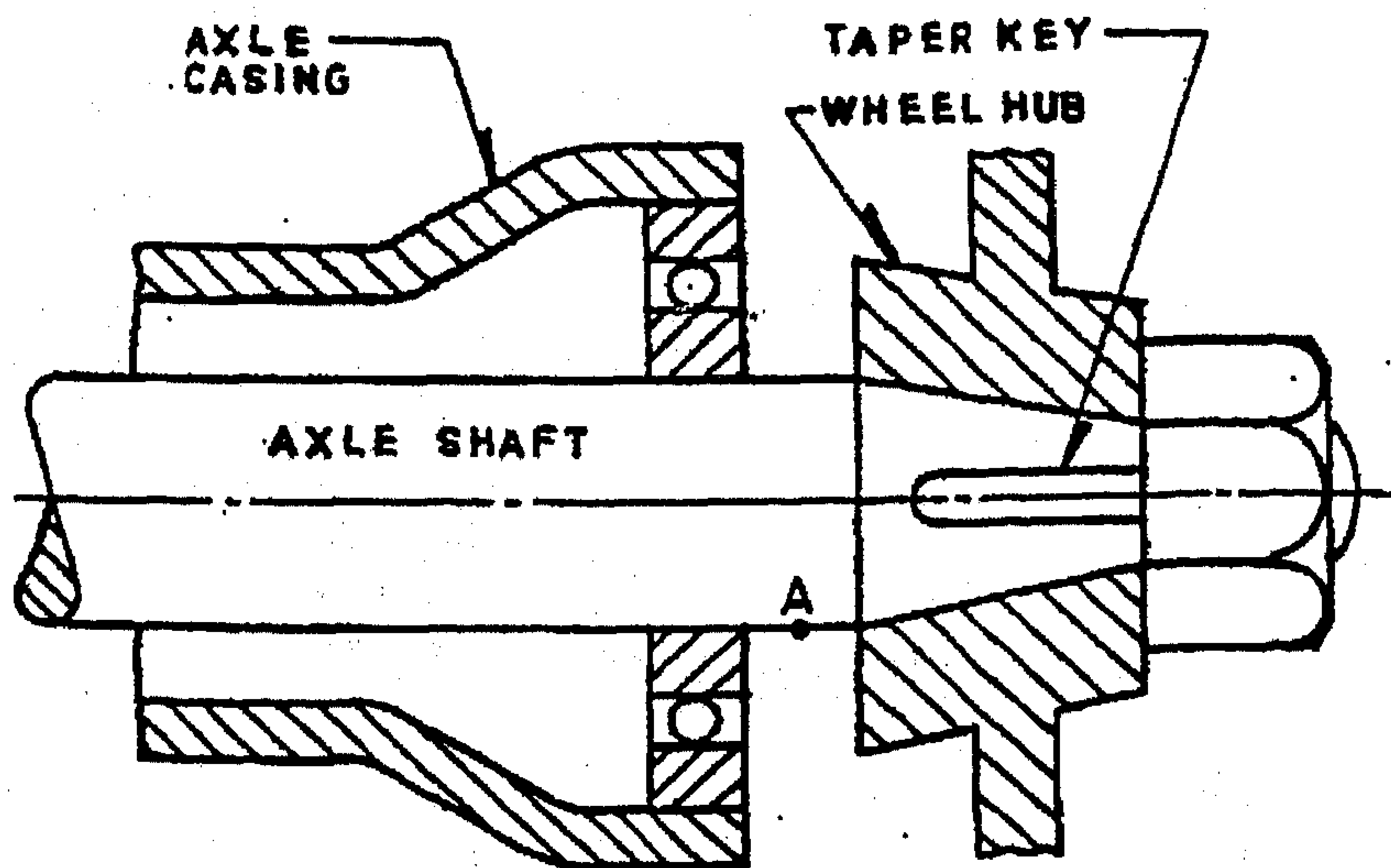
أنواع المحاور الخلفية :

يوجد ثلاثة انواع من المحاور صممت خصيصا لتجنب بعض الاجهادات وهي كالآتي :

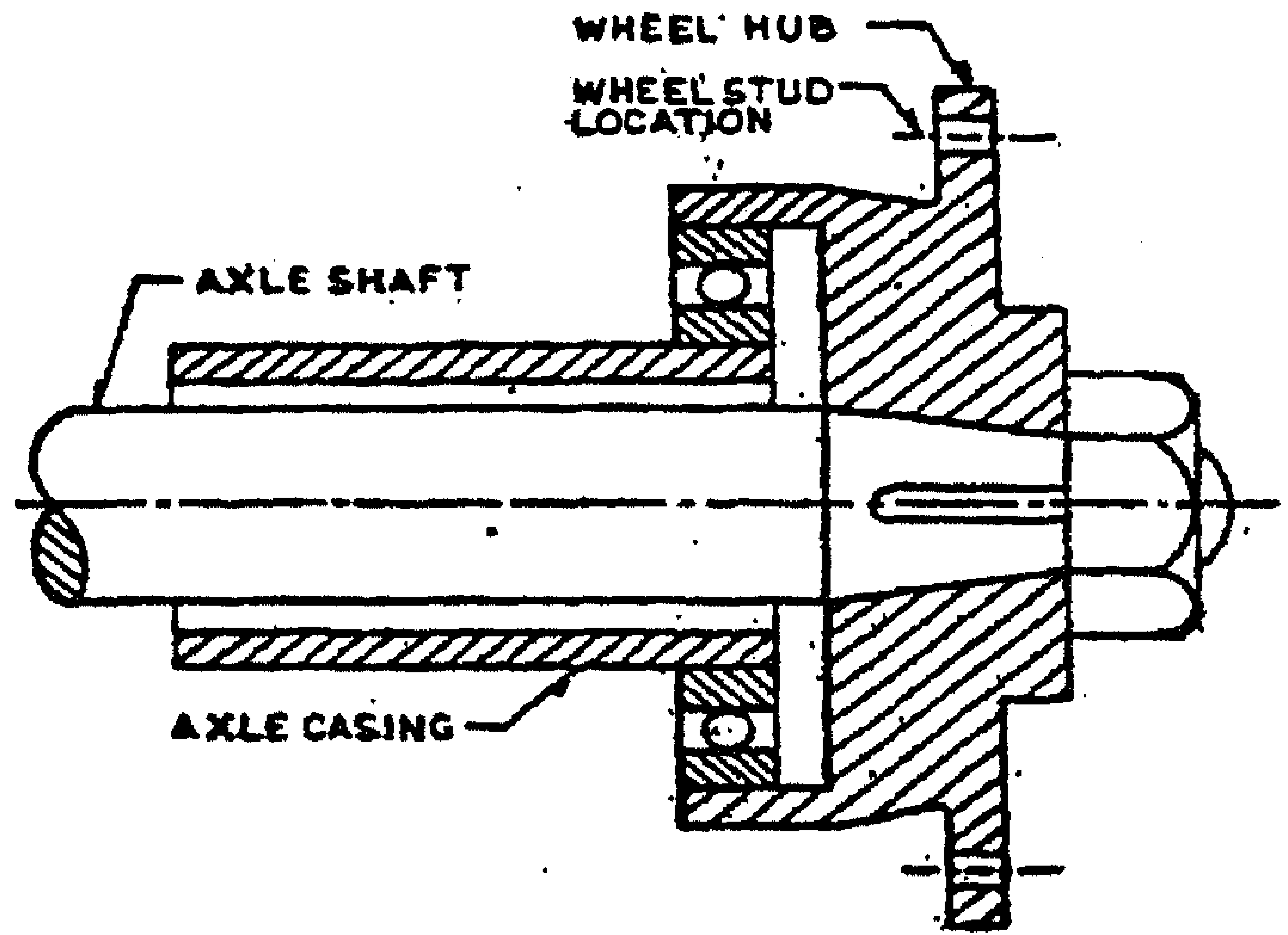
١- محور نصف طافي : وهو كما في الشكل (A – ١١) يركب كرسي التحميل بين العمود وأنبوب الغلاف وفي هذا التصميم يتحمل المحور حمل السيارة و القوة الجانبية و عزم الدوران.

٢- محور ثلاث أرباع طافي : كما هو موضح بالشكل(B – ١١) في هذا التصميم يركب كرسي التحميل بين أنبوب الغلاف و صرة العجلة و بذلك ينتقل حمل السيارة من الانبوب إلي صورة العجلة و يتحمل المحور بالقوى الجانبية و عزم الدوران .

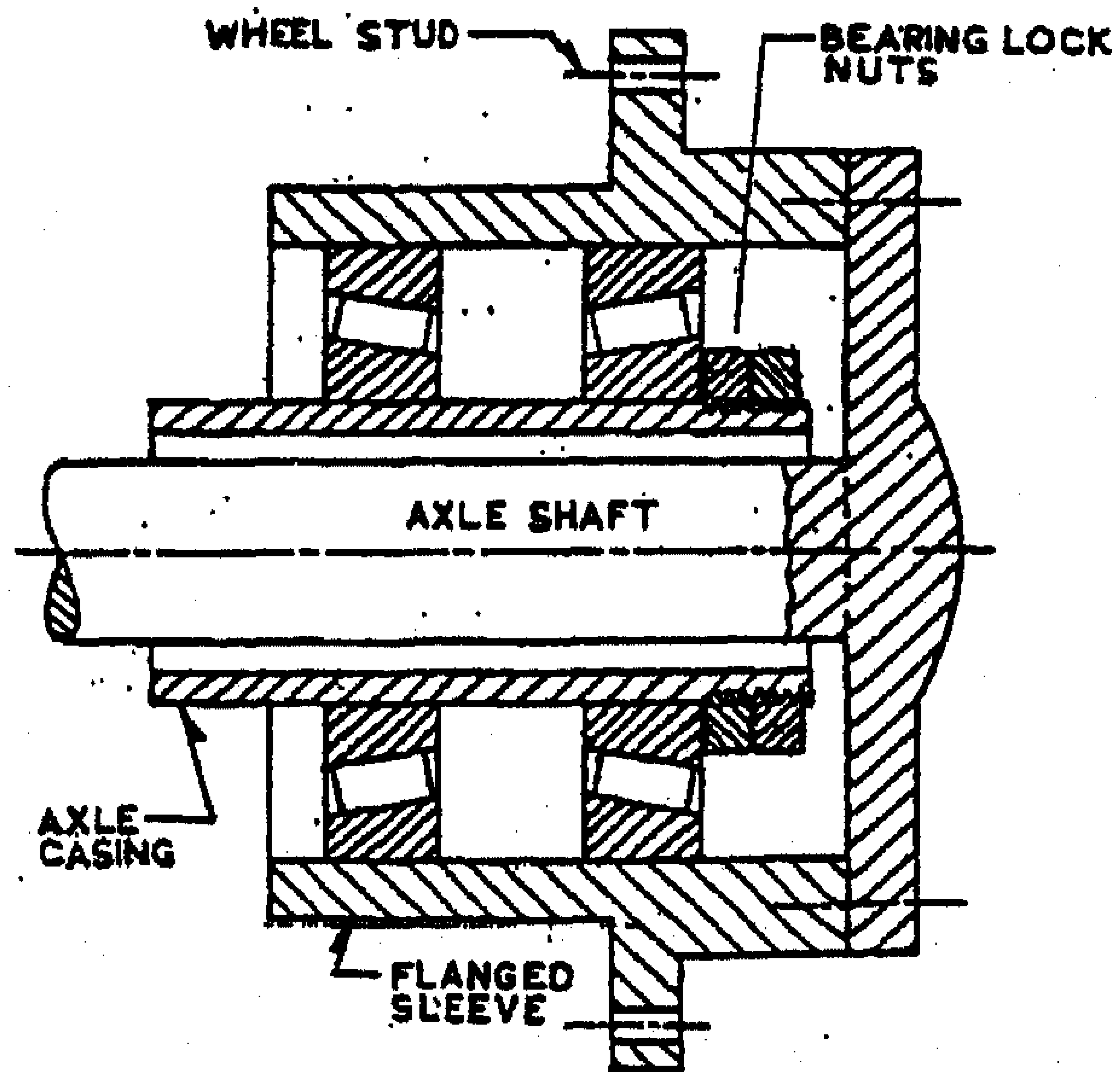
٣- محور طافي : كما هو موضح بالشكل (C – ١١) في هذا التصميم يركب كرسيان في المنتصف بين أنبوب الغلاف و صرة العجلة وهذا النوع يتعرض المحور لعزم الدوران فقط .



الشكل (A – ١١)



الشكل (B – ١١)



الشكل (C – ١١)

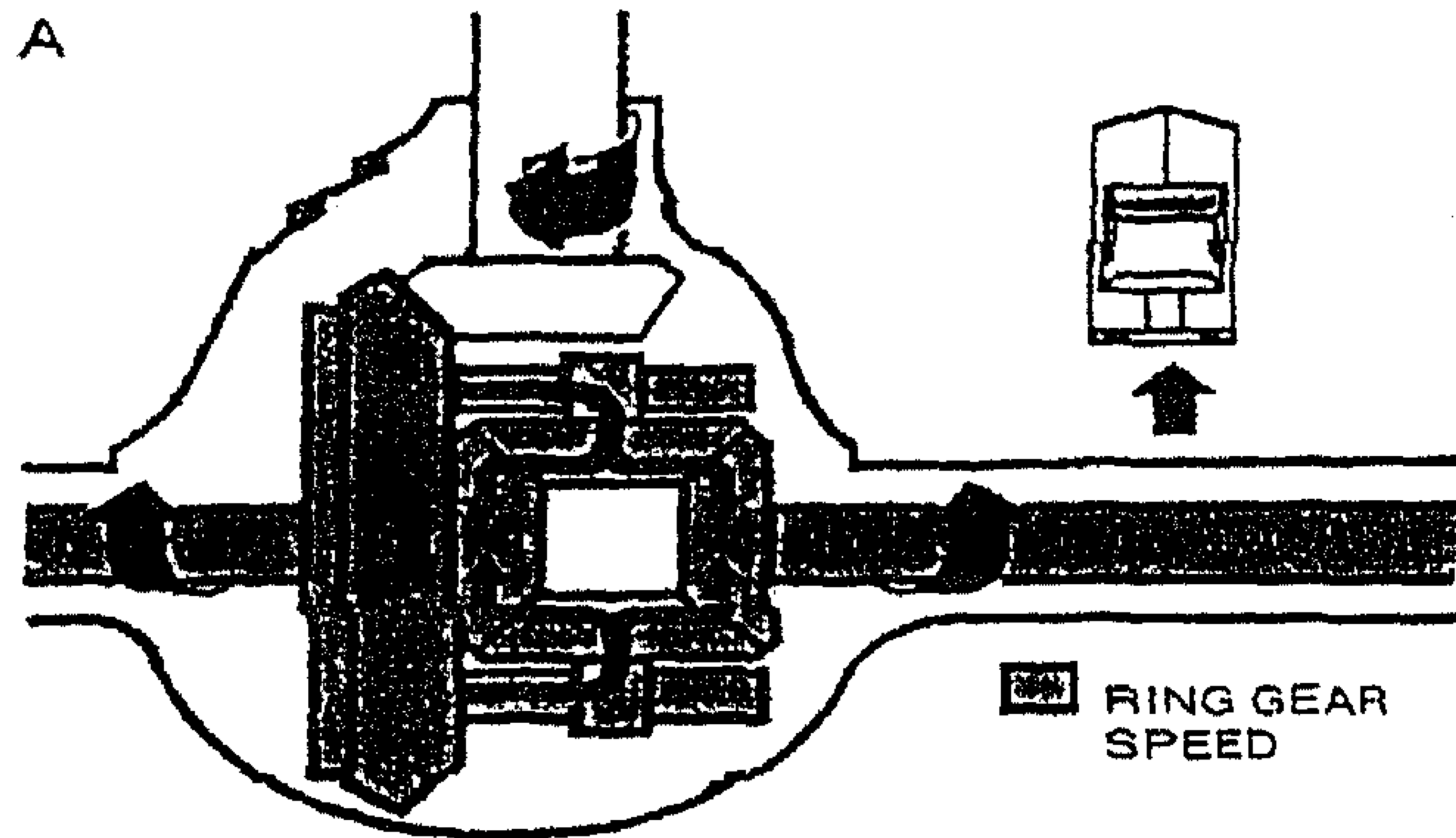
شكل (١١) الأنواع الثلاثة لأعمدة المحور الخلفى

الاجهادات المعرض لها العمود – الاستخدام

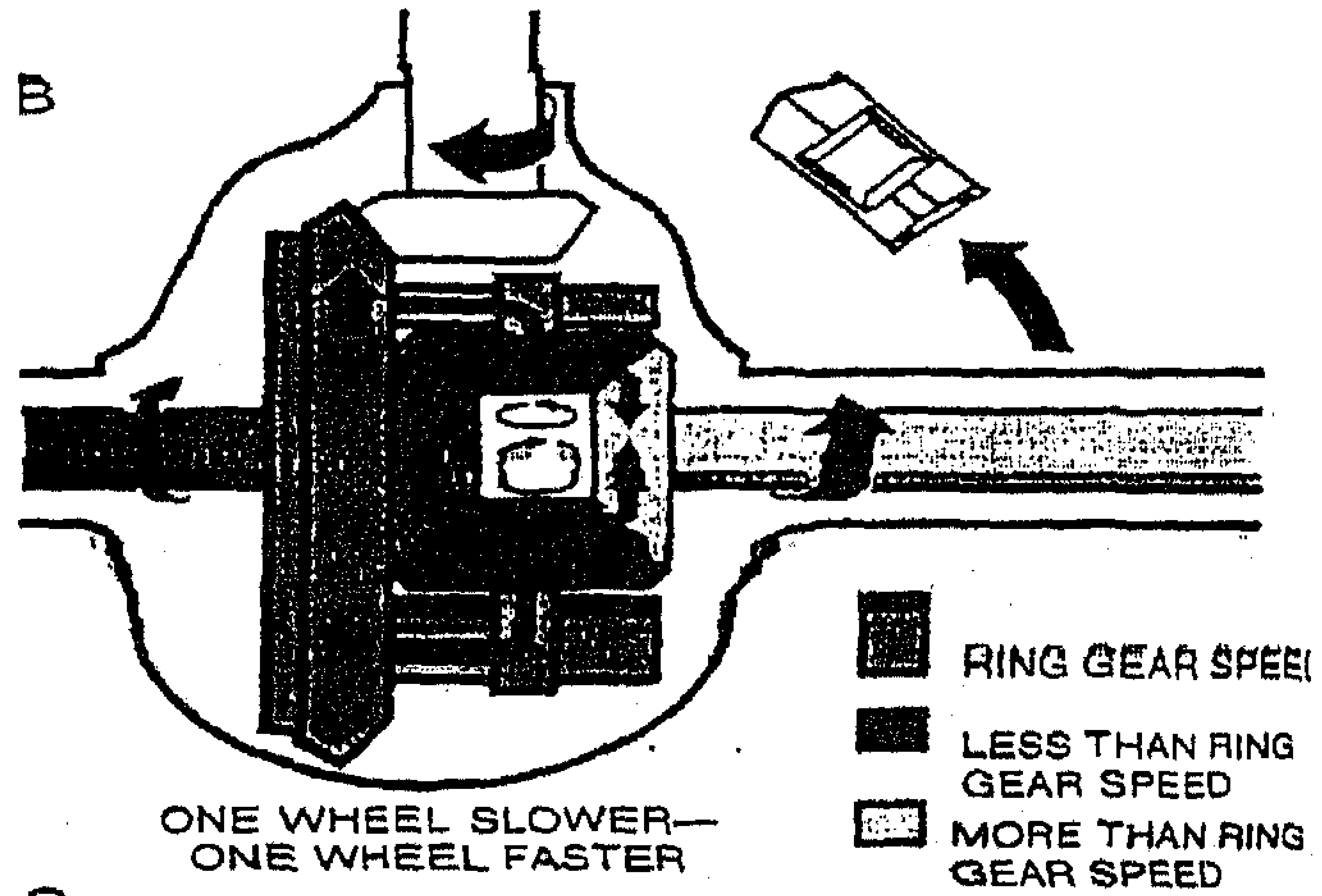
النوع	كرسي التحميل	الاجهادات المعرض لها	الاستخدام
½ طافي	كرسي واحد بين العمود و الغلاف	• التواء • انحناء • قص • شد وضغط	سيارات الركوب
3/4 طافي	كرسي واحد بين الصرة والغلاف	• التواء • انحناء • فيف.	سيارات الركوب نادر استخدام اليوم)
طافى كامل	عدد ٢ كرسي متباعدين بين الصرة والغلاف	• التواء	سيارات النقل

التروس الفرقية Differential

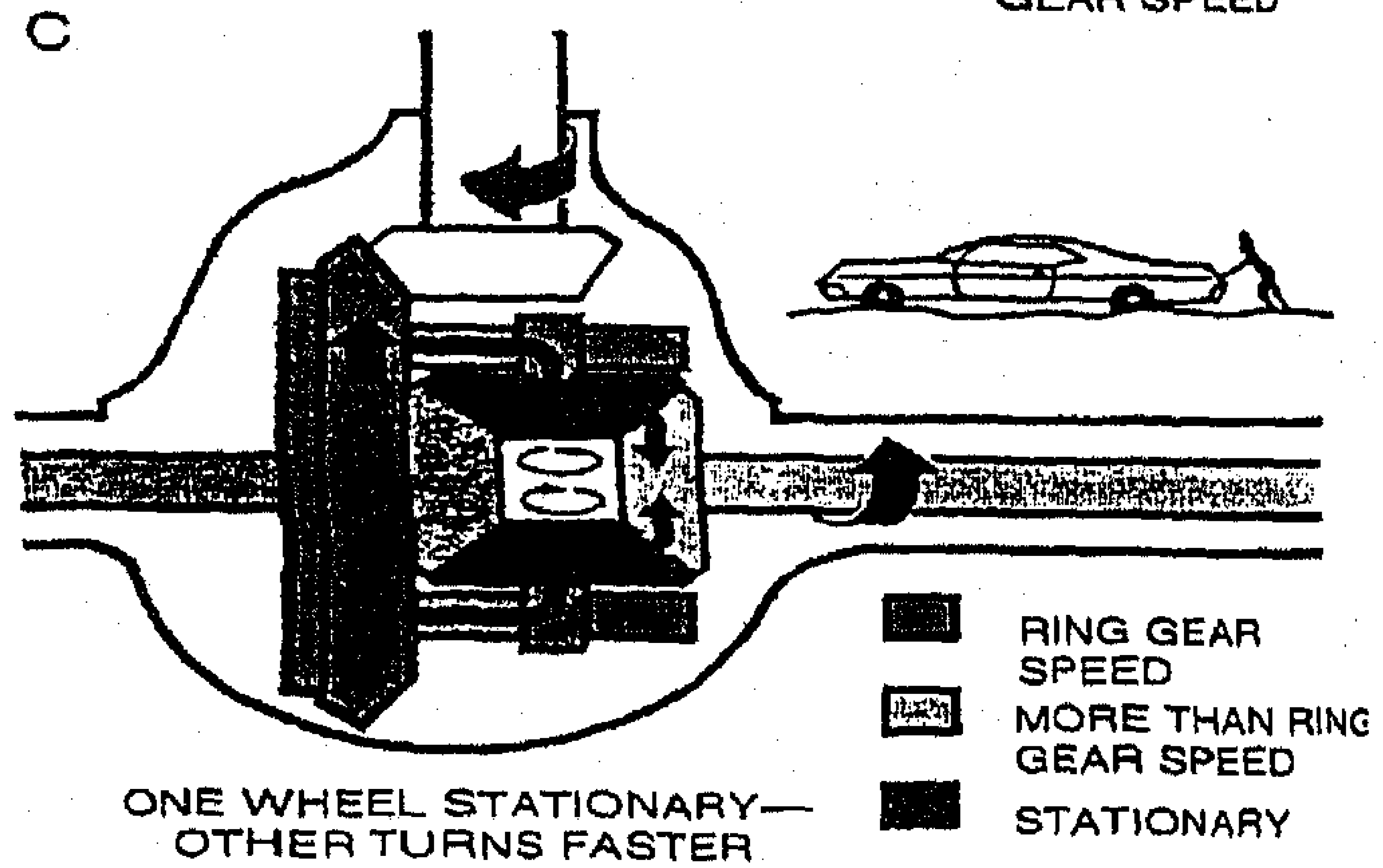
شكل (١٢) يوضح سلوك السياره فى حالتين . الحالة الأولى عندما تكون حركة السيارة فى خط مستقيم وفيها تتحرك جميع عجلات السيارة بنفس السرعة وتقطع نفس المسافة الحالة الثانية بين سلوك السياره عندما تتحرك على طريق منحني فنجد أن العجلات الداخلية للمنحنى (اليمني) تتحرك على منحنى نصف قطره أقل من المنحنى الذى تتحرك عليه العجلات الخارجية وبالتالى تختلف المسافات المقطوعة (٩,٤ متر للعجلات الداخلية و١١,٤ متر للعجلات الخارجية) وهذا يتطلب دوران العجلات الخارجية بعدد لفات أكثر من العجلات الداخلية (أربع لفات للعجلات الداخلية وخمس لفات للعجلات الخارجية) هذا الاختلاف لا يمكن تحقيقه إذا إذا كانت هناك وسيلة خاصة بذلك وهى التروس الفرقية.



STRAIGHT AHEAD—EVERYTHING TURNS TOGETHER

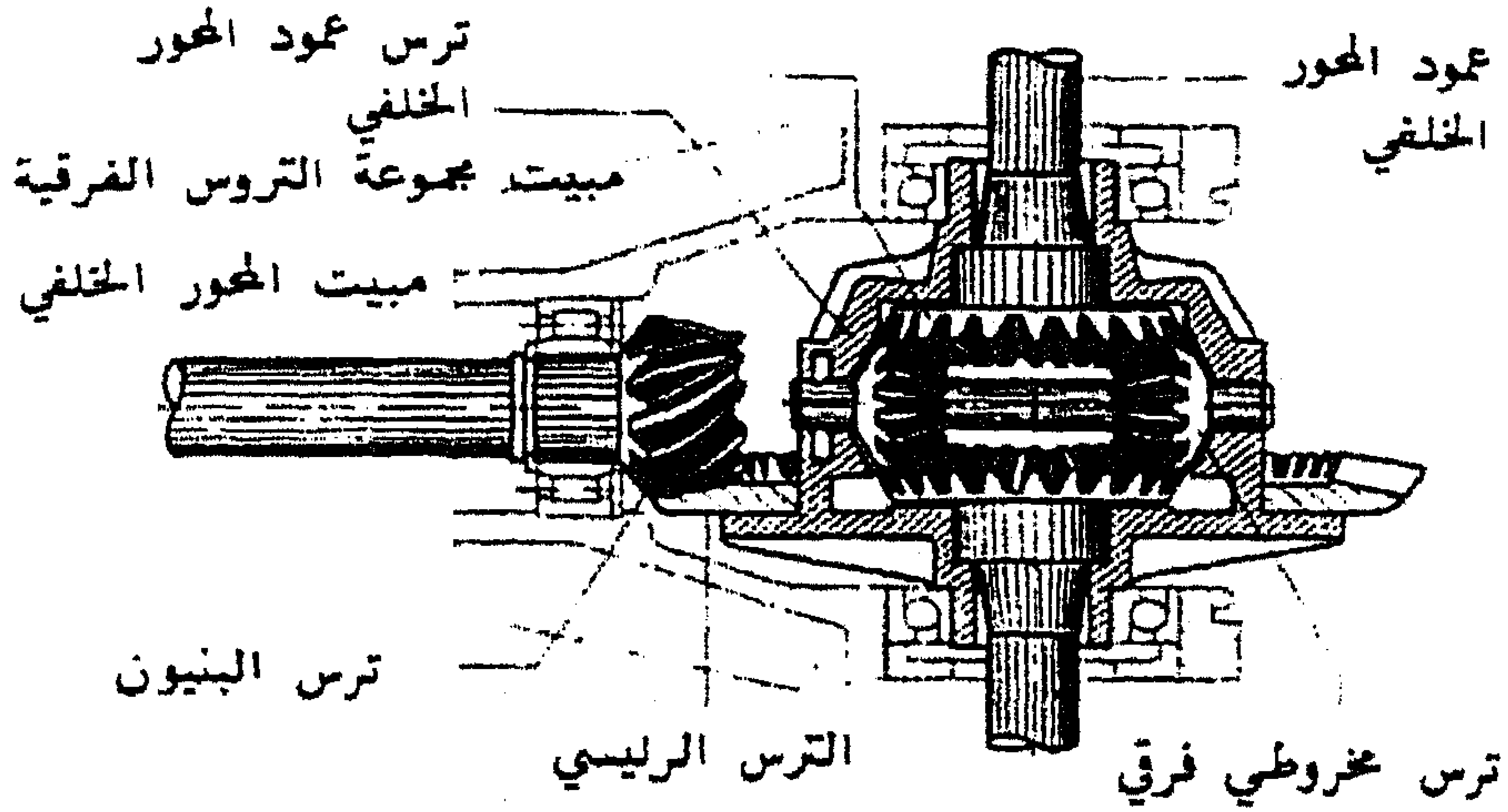


ONE WHEEL SLOWER—
ONE WHEEL FASTER



ONE WHEEL STATIONARY—
OTHER TURNS FASTER

شكل (١٢) سلوك السيارة فى خط مستقيم ومنحنى



شكل (١٣) يوضح تفاصيل تركيب مجموعة التروس الفرقية المستخدمة في معظم السيارات ذات الدفع الخلفي .

مكونات صندوق التروس الفرقية

١. **الغلاف الخارجي (المبيت)**: يصنع الغلاف من أجزاء من الصلب تلحم مع بعضها.

٢. **تروس البنيون** : هو عبارة عن ترس مثبت على عمود، وهذا العمود متصل مع عمود الإدارة (الكردان) بواسطة الوصلة المفصلية، ويعتبر ترس البنيون هو الترس القائد لمجموعة صندوق التروس الفرقية.

٣. **ترس التاج (الرئيسي)**: هو عبارة عن ترس ذو أسنان مخروطية مائلة يدار بواسطة ترس البنيون، ومثبت على جسم ترس التاج والغلاف مجموعة التروس الفرقية التى تتكون من أربعة تروس مخروطية تعشق مع ويتصل أثنان منهما عن طريق مراود مع أعمدة المحاور بينما يدور الترسين الأخرين حول بنز أو بنزين يثبتا على غلاف المجموعة الفرقية .

٤. **أعمدة المحاور** : تنقل الحركة من مجموعة التروس الفرقية إلى العجلات وتم شرحها من قبل .

نظـــام التعليق

وظائف نظام التعليق

يوصل التعليق جسم السيارة بالعجلات ويقوم بالوظائف التالية:

١. أثناء الحركة يعمل سويا مع العجلات، لامتصاص واخماد الذبذبات المختلفة، الاهتزازات والصدمات وذلك من أجل حماية الركاب والبضائع وتحسين توازن القيادة .

٢. يقوم بتوصيل قوتى القيادة والتعجيل والفرامل الناتجة من احتكاك سطح الطريق مع العجلات إلى هيكل وجسم السيارة .

٣. يقوم بتثبيت الجسم على المحاور ويحافظ على العلاقة الهندسية الصحيحة بين الجسم والعجلات.

مكونات نظام التعليق

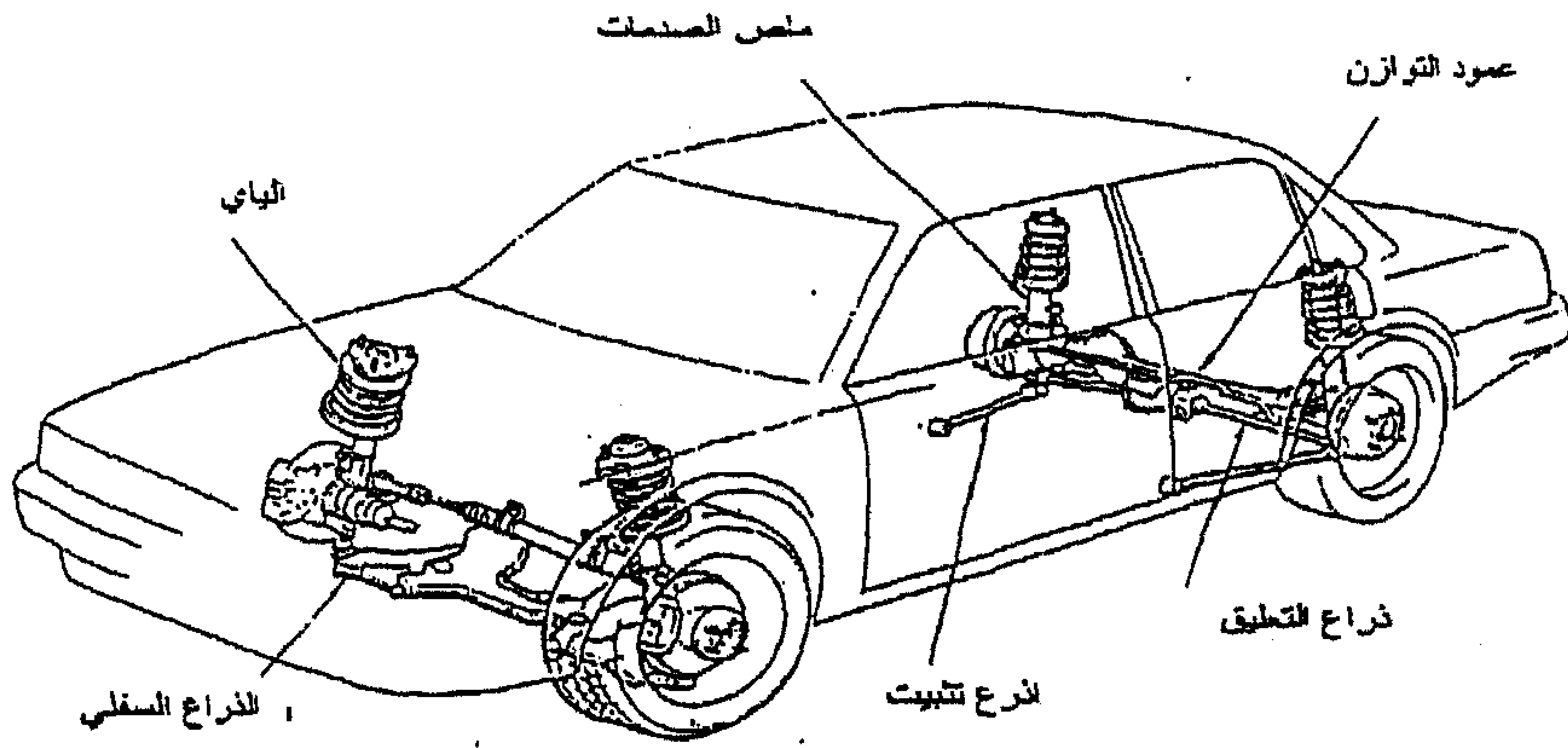
المكونات الرئيسية لنظام التعليق هى الإطارات واليايات والمساعدين كما فى الشكل (١٥) ويمكن تصنيفها كالتالى :

١. نوابض (اليايات)، والتى تقوم بامتصاص الصدمات من سطح الطريق.

٢. ماص الصدمات أو المساعد ، والذى يعمل على تحسين راحة الركوب وذلك بجمد التذبذب الحر للنوابض .

٣. عمر التوازن (قضيب التواء)، الذي يمنع التدحرج الجانبي للسيارة .

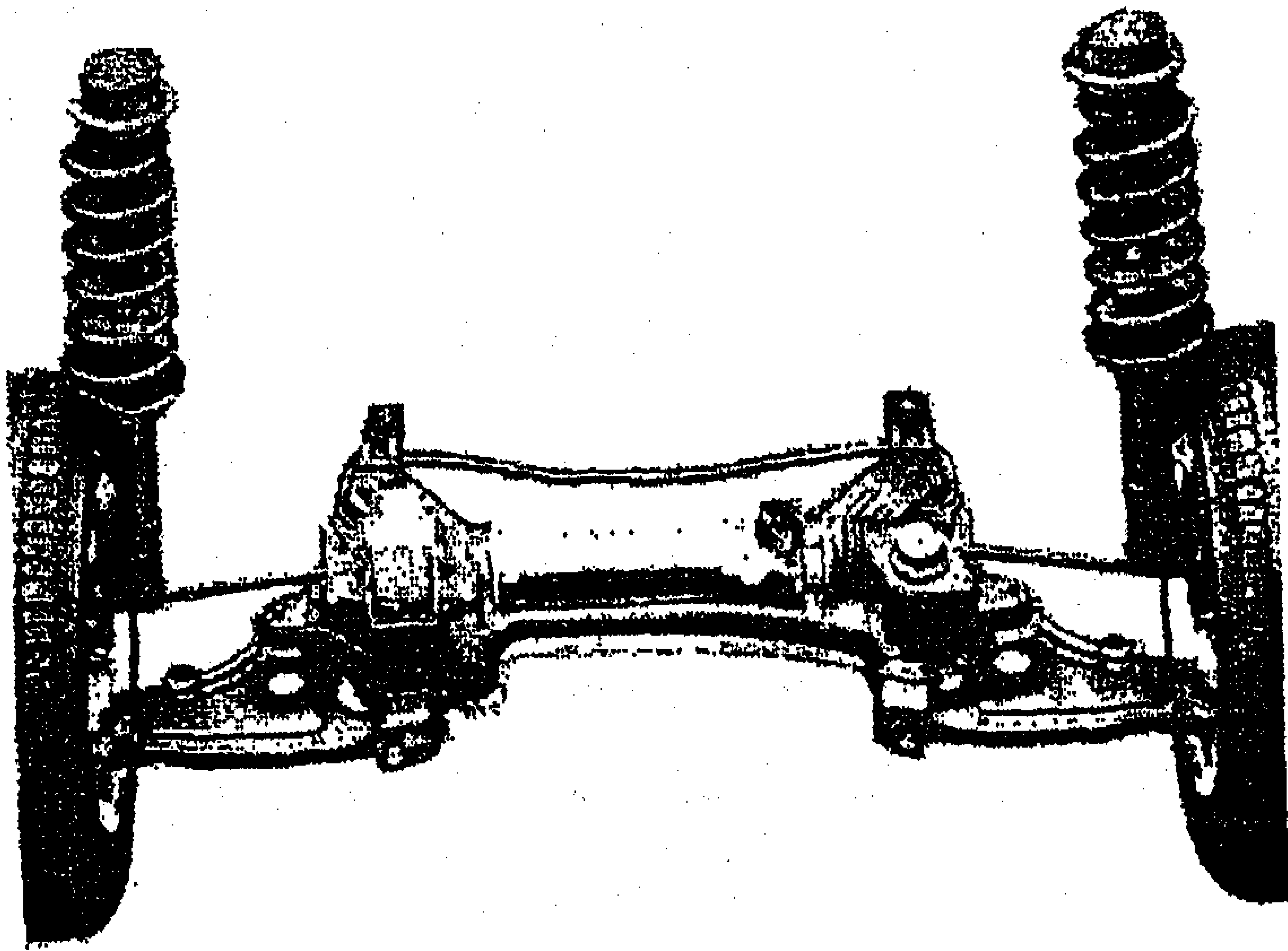
٤. نظام توصيل ، والذى يعمل على ربط الأجزاء المذكورة أعلاه فى أماكنها ويتحكم فى الحركات الطولية والجانبية للعجلات .



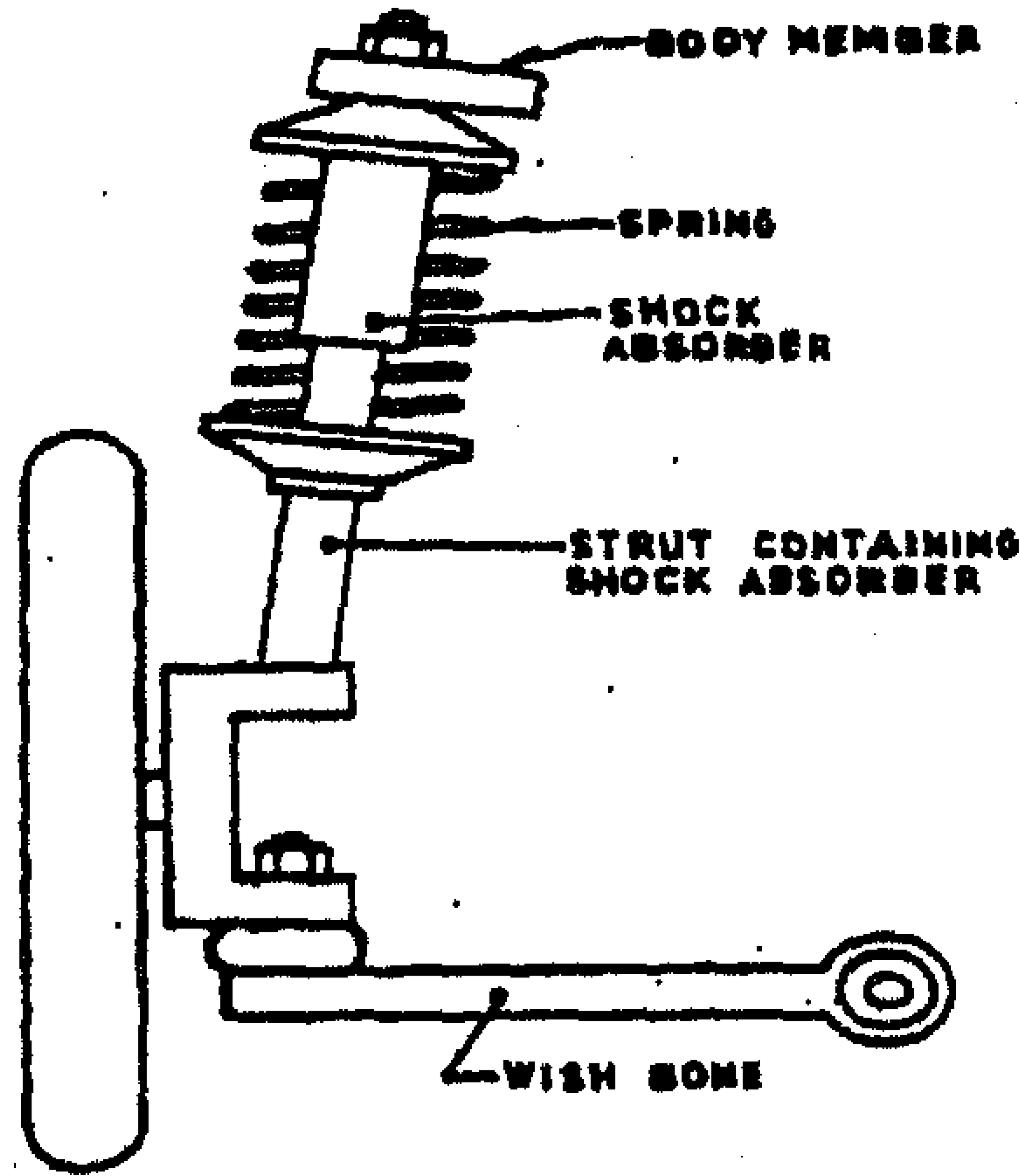
شكل (١٥) مكونات نظام التعليق

أنواع التعليق المستقل

يوجد أنواع عدة من التعليق المستقل منها عمود ما كفرسون، نوع العظم المسند الثنائي، نوع شبه ذراع الجر.



١. التعليق المستقل نوع عمود ما كفرسون، هذا النوع من التعليق هـو الأكثـر استعمالا للتعليق الأمامي والخلفي للسيارات الصغيرة والمتوسطة الحجم شكل (١٦) يوضح التعليق المستقل نوع ما كفرسون للمحور الأمامي .



شكل (١٦) التعليق المستقل نوع ماكفرسون للمحور الأمامي

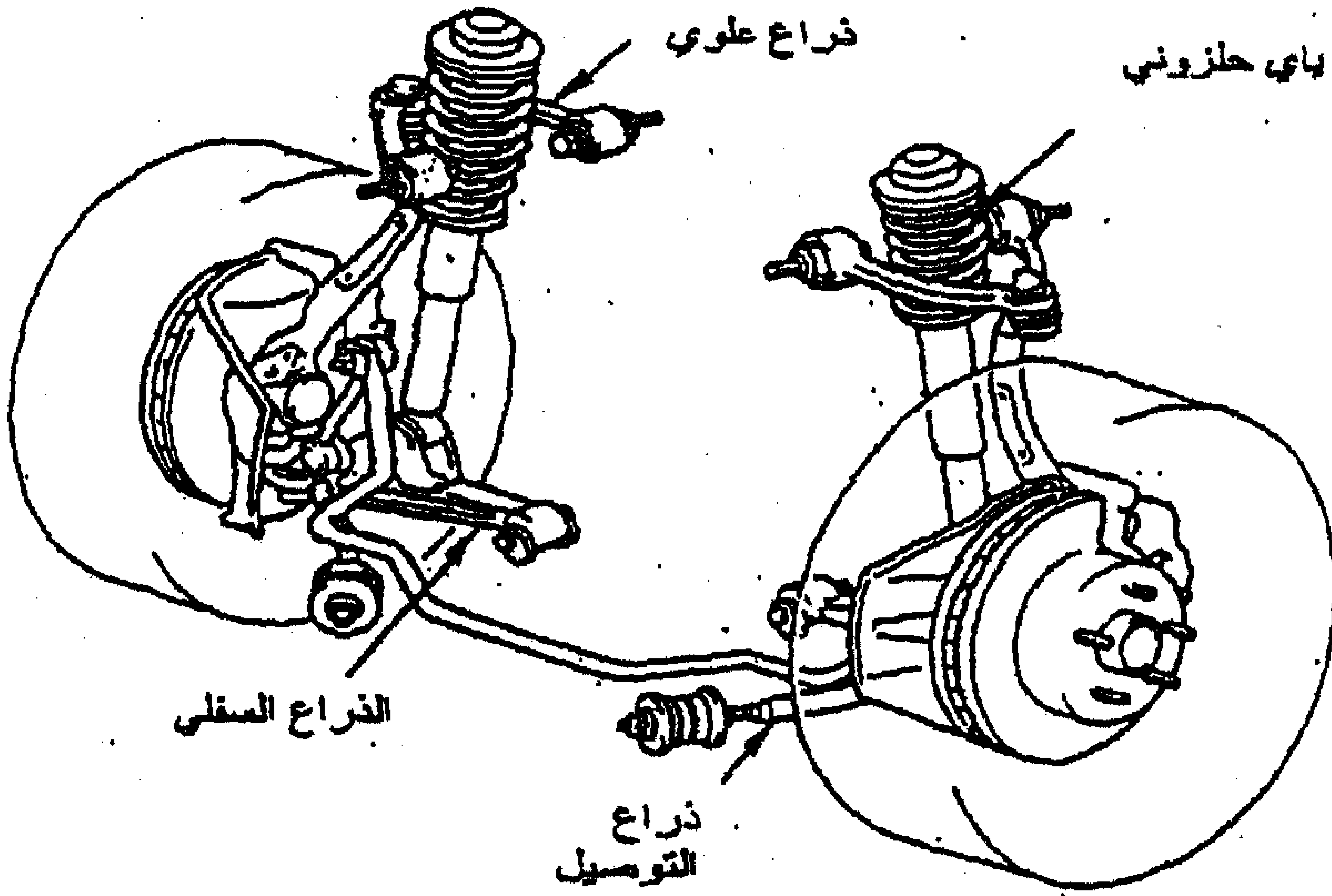
من أهم مميزات نوع عمود ماكفرسون:

- تركيب التعليق نوع عمود ماكفرسون بسيط نسبيا.
- خفيف الوزن لان أجزائه بسيطة نتيجة لذلك ينخفض الوزن غير المعلق .
- يشغل فراغاً بسيطاً .
- لا يحتاج إلى ضبط زوايا بل يحتاج فقط إلى ضبط لم أو فتح المقدمة .

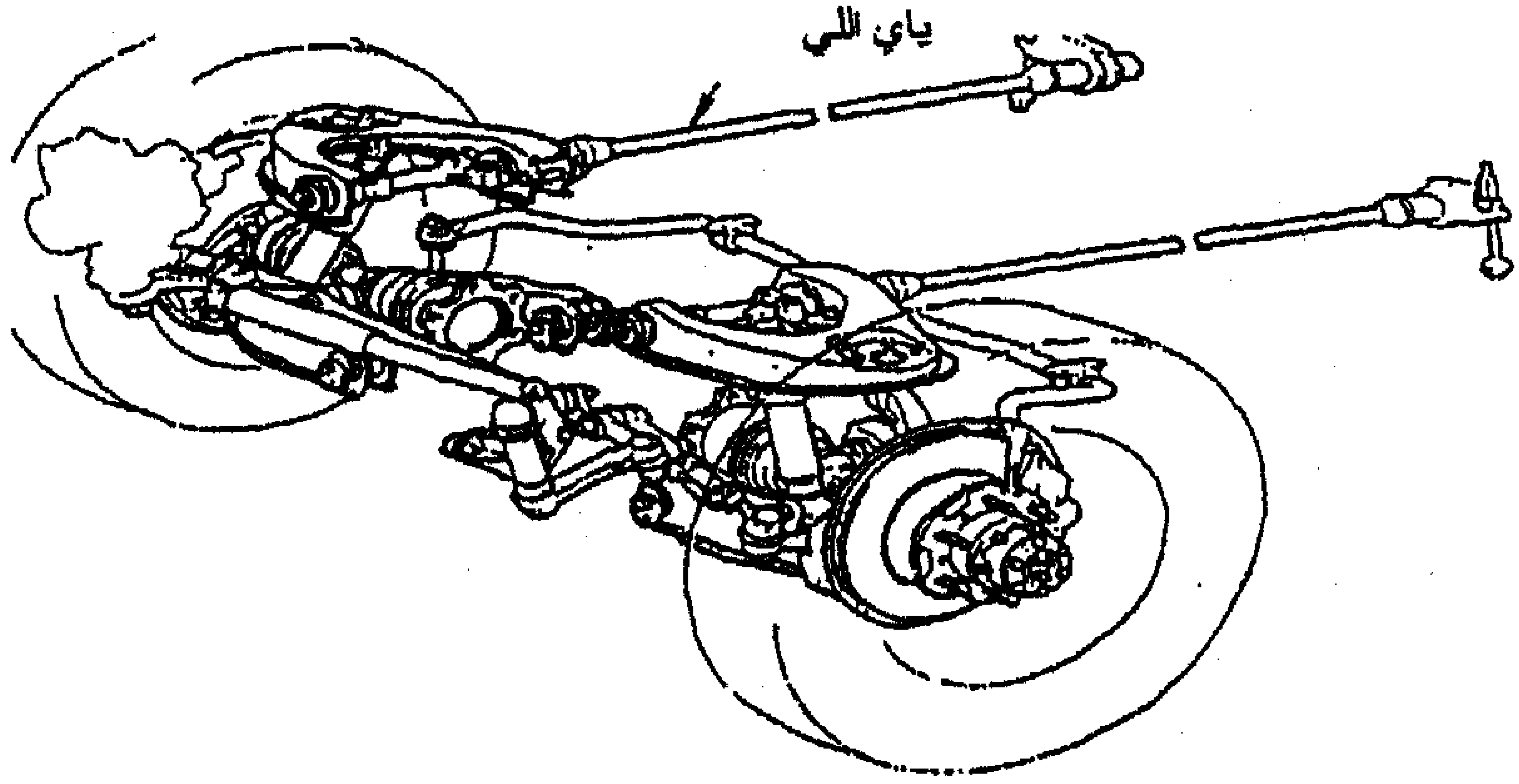
١. نوع الذراع الثنائي :

هذا النوع يستعمل فى التعليق الأمامي للشاحنات الصغيرة كما هو فى الشكل (١٧) والتعليق الأمامي فى سيارات الركوب وشكل (١٨) يوضح المحور الأمامي للسيارات ذات الدفع الأمامي حيث أطوال ووضع زوايا الأذرع تـتحكم فـى حركـة العجلات عندما تلف السيارة أو تسير فوق المطبات، هذه الحركة تـؤثر أيـضا فـى

التوجيه، ملامسة الطريق، وتأكل الإطارات إذا جعلت الأذرع العليا والسفلي متوازيـة وبأطوال متساوية، فإن العجلات لن تميل عند حركتها أعلى وأسفل فوق المطبات ذلك يجعل المسافة بين العجلات اليمنى واليسري تتغير مما ينتج عنـه تآكـل كبيـر فـي الإطارات. وفي معظم السيارات الحديثـة لا تكـون الأذرع متوازيـة ولا بـأطوال متساوية، وذلك يجعل العجلات تميل قليل للداخل كلما مرت على مطبـات، بحيـث لا تتغير المسافة بين العجلتين وبذلك يتحسن الدوران من جهة لأخـري لأن العجـلات الخارجية والتى تحمل حملاً أكبر وعليه تبذل جهد دوران أكبر من الأخـري تحـافظ بقدر الإمكان على زوايا قائمة مع سطح الطريق وبذلك يتحسن التلامس مع الطريق .

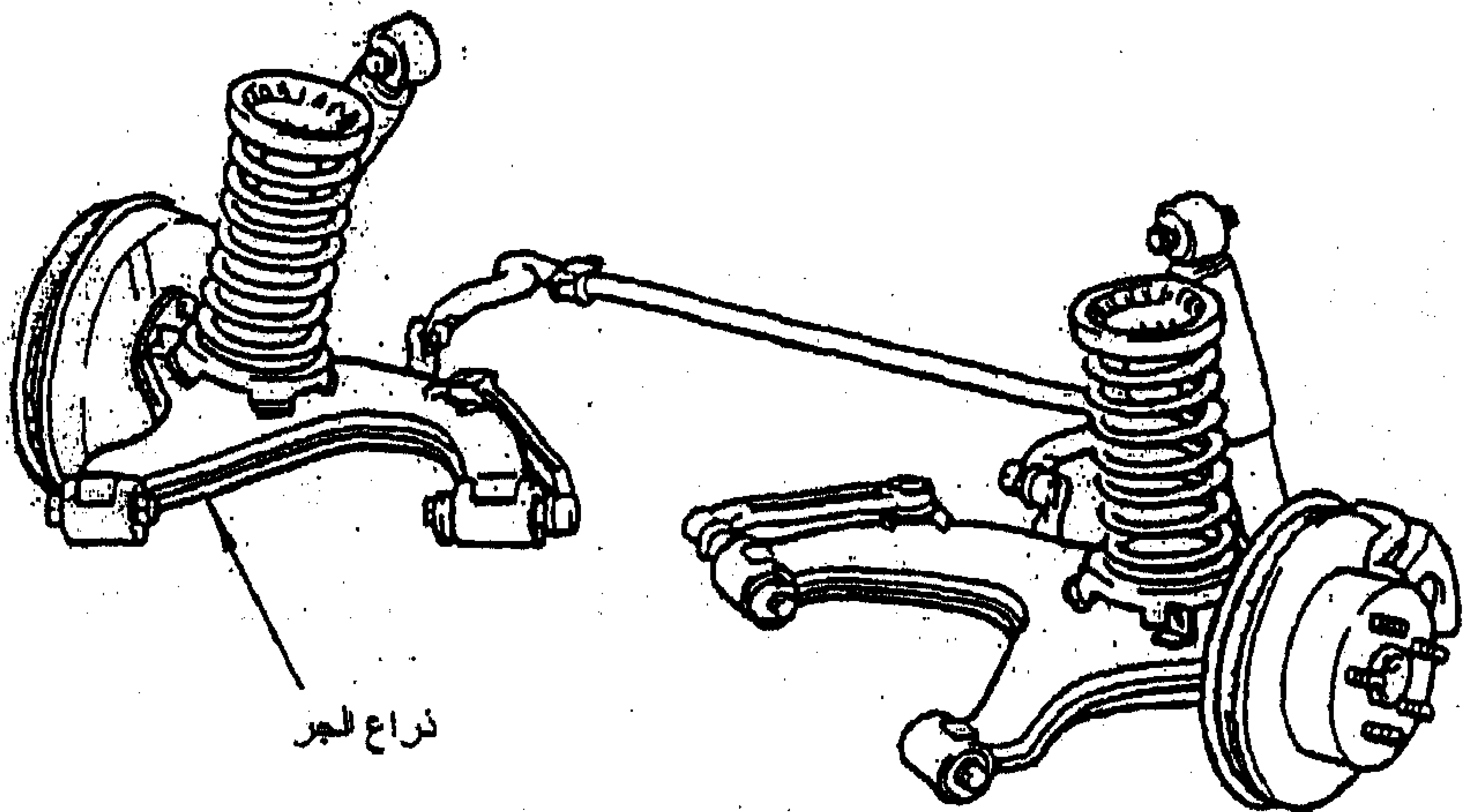


شكل (١٧) التعليق المستقل نوع الذراع الثنائي للمحور الأمامي للشاحنات الصغيرة.



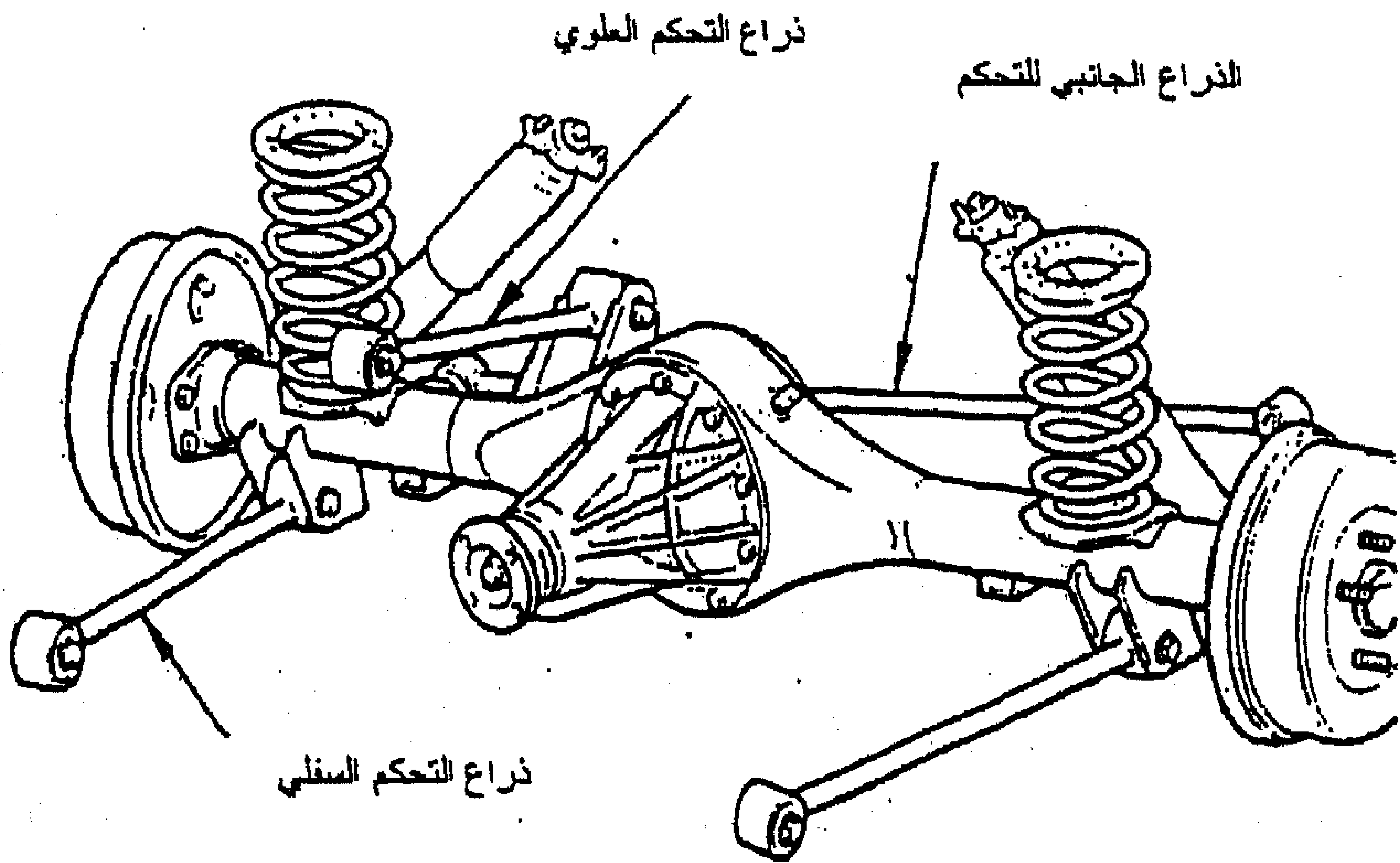
شكل (١٨) التعليق المستقل نوع الذراع الثنائي للمحور الأمامي ودفع أمامي لسيارات الركوب .

٣. نوع ذراع الجر: هذا النوع من التعليق المستقل يستعمل للتعليق الخلفي للسيارات كما هو موضح فى الشكل (١٩) فى هذا النوع من التعليق المستقل يمكن التحكم فى مقدار تغير لم المقدمة وزاوية الكامبر عن طريق تغيير طول كل ذراع ثم ضبط زاوية تركيب الذراع وزاوية ميل المحور للحصول على قيادة ثابتة.



شكل (١٩) التعليق المستقل ذو ذراع الجر

* نوع الوصلات الأربعة هذا النوع يستعمل فى التعليق الخلفي، وهو يوفر أحسن راحة للراكب لكل تعليقات المحور الجاسئ كما فى الشكل (٢٠) يتم تحديد موضع المحور بواسطة وصلات يمكن استعمال يايات مرنة لتكون راحة الراكب جيدة.



شكل (٢٠) التعليق الصلب للمحور الخلفي ذو الوصلات الأربعة.

المخمد (المساعد) :

تمنع اليايات انتقال الضربات الحاصلة من جراء عدم استواء الطريق إلى الأجزاء المخمدة للسيارة. إلا أنه تحدث اليايات نفسها اهتزازات تنتقل إلى البدن. تصبح هذه الاهتزازات أكثر استمرارية كلما قل الاحتكاك فى العناصر المرنة اليايات. ويتطلب لأجل الإخماد السريع لاهتزازات اليايات احداث مقاومة إضافية فى منظومتها وتقوم المخمدات بهذا الدور .

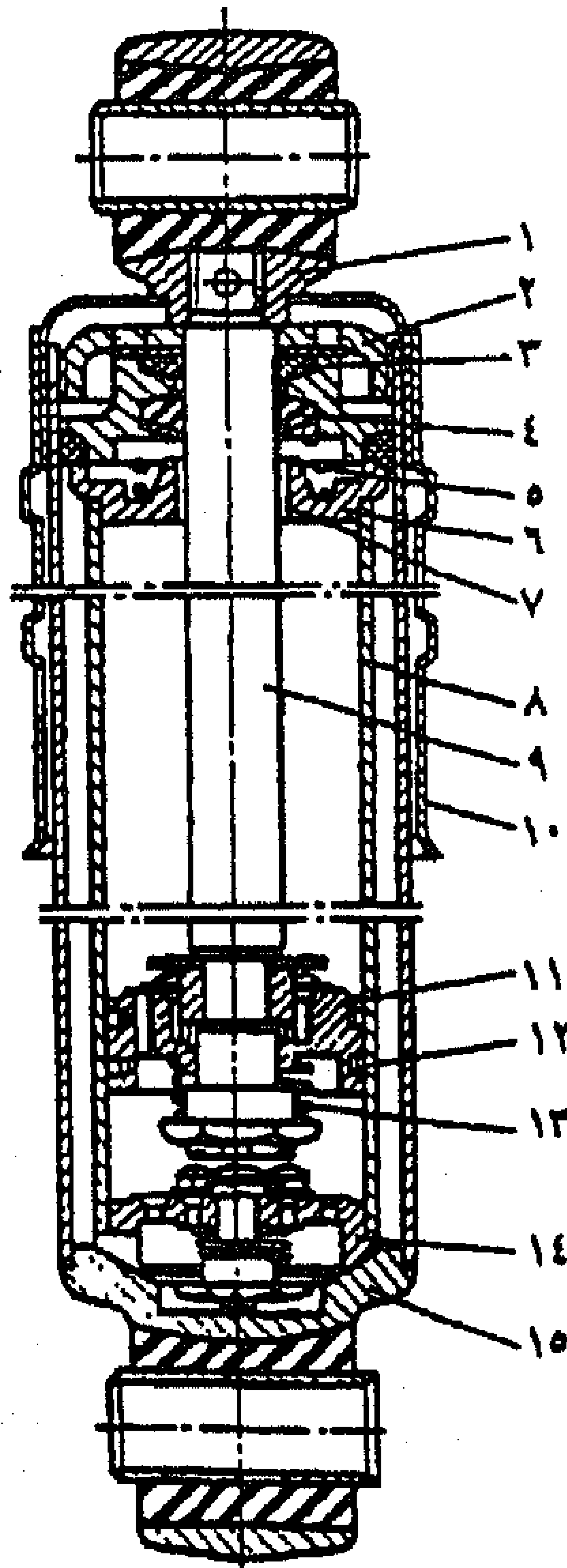
تستعمل فى غالبية سيارات الشحن والركاب مخمدات هيدروليكية من النوع التلسكوبي. وهى تقوم باخماد اهتزازات اليايات لدى صعود وكذلك هبوط العجلات،

فتكون بهذه الصورة مخمدات مزدوجة الفعل. ويبتلع المخمد الهيدروليكي طاقة الاهتزازات عن طريق مقاومة انسياب السائل الموجود فيه من أحد التجويفين إلى الآخر وعبر الفتحة ذات مقطع المرور الضيق .

يبين الشكل تركيب المخمدات التلسكوبية. وتوجد في الهيكل ١٥ الاسطوانة العاملة ٨، التي تحرك المكبس ١١ مع القضيب ٩ في داخلها. ويصب سائل مخمد الصدمات في التجويف الداخلي للاسطوانة وتوجد في قاع المكبس فتحات نافذة بدائرتين ذات قطرين مختلفين. وتسد فتحات الموجودة بالدائرة ذات القطر الكبير بواسطة طبق صمام التحويل ، والفتحات الموجودة بالدائرة ذات القطر الصغير بواسطة صمام التصريف ١٣.

يوضع صماما الدخول والانضغاط في القاع ١٤ للاسطوانة. ويربط القضيب ٩ المار عبر الموجه في القسم العلوي للاسطوانة، على الإطار السيارة. وتخصص الحلقة في قاع الهيكل ١٥ للمخمد للربط مع المحور الأمامي. وعند انضغاط الياي من جراء مرور العجلات على العوائق ، يتحرك هيكل المخمد إلى الأعلى فيرتفع الضغط في التجويف تحت المكبس ويسبب هذا انفتاح صمام التحويل، فيسيل السائل عبر الفتحات الموجودة بالدائرة الخارجية في المكبس، إلى التجويف فوق المكبس . ويطرد قسم من السائل من الاسطوانة بانسيابه من التجويف السفلي إلى التجويف العلوي، منتقلا إلى الخزان عبر الفتحة بين القضيب وموجهة، مما يحول دون ضغط السائل على حشية منع التسرب.

وفي حالة الانضغاط الحاد للياي يزداد الضغط تحت المكبس بسرعة مما يؤدي إلى فتح صمام الانضغاط ويمر السائل عن طريقه من الاسطوانة إلى الخزان. ويضغط عندئذ الهواء الموجود في القسم العلوي للخزان .



الشكل المخمد

ا. الرأس العلوي ، ٢. صامولة الهيكل، ٣. حلقة حماية القضيب، ٤. هيكل حشية منع التسرب، ٥. نابض الحشية، ٦. غطاء الاسطوانة، ٧. جلبة الغطاء، ٨. الاسطوانة ٩. القضيب، ١٠. الغلاف الواقي، ١١. المكبس ، ١٢. حلقة المكبس، ١٣. صمام التصريف، ١٤. قاع الاسطوانة، ١٥. الهيكل

وعند عودة الياي، يتم شوط التصريف ، فيرتفع الضغط في التجويف تحت المكبس وينغلق صمام التحويل ويمر السائل غلى التجويف السفلي عبر الفتحات الموجودة بالدائرة الداخلية في المكبس ويبدي صمام التصريف بتأثير ناضبه، مقاومة معينة للسائل المنساب. وفي الوقت نفسه يخرج القضيب من الاسطوانة، فيخلي الحيز المناظر في داخلها، الذى يمتلئ بالسائل المتدفق من الخزان عبر صمام الدخول ، المفتوح بتأثير ضغط الهواء، المضغوط في قسمه العلوي.

ولدى حدوث شوط التصريف الحاد ينفتح صمام التصريف ١٣ بصورة كاملة دفعة واحدة ويتم عن طريقه التدفق السريع للسائل من التجويف العلوي للاسطوانة إلى التجويف السفلي منها .

تزداد مقاومة المخمد بازدياد سرعة حركة اجزاء المخمد. وتتميز كافة المخمدات الهيدورليكية بأن مقاومتها في شوط التصريف تكون أكثر بمرات عديد مما هو عليه في شوط الانضغاط .

التوجيــه The Steering

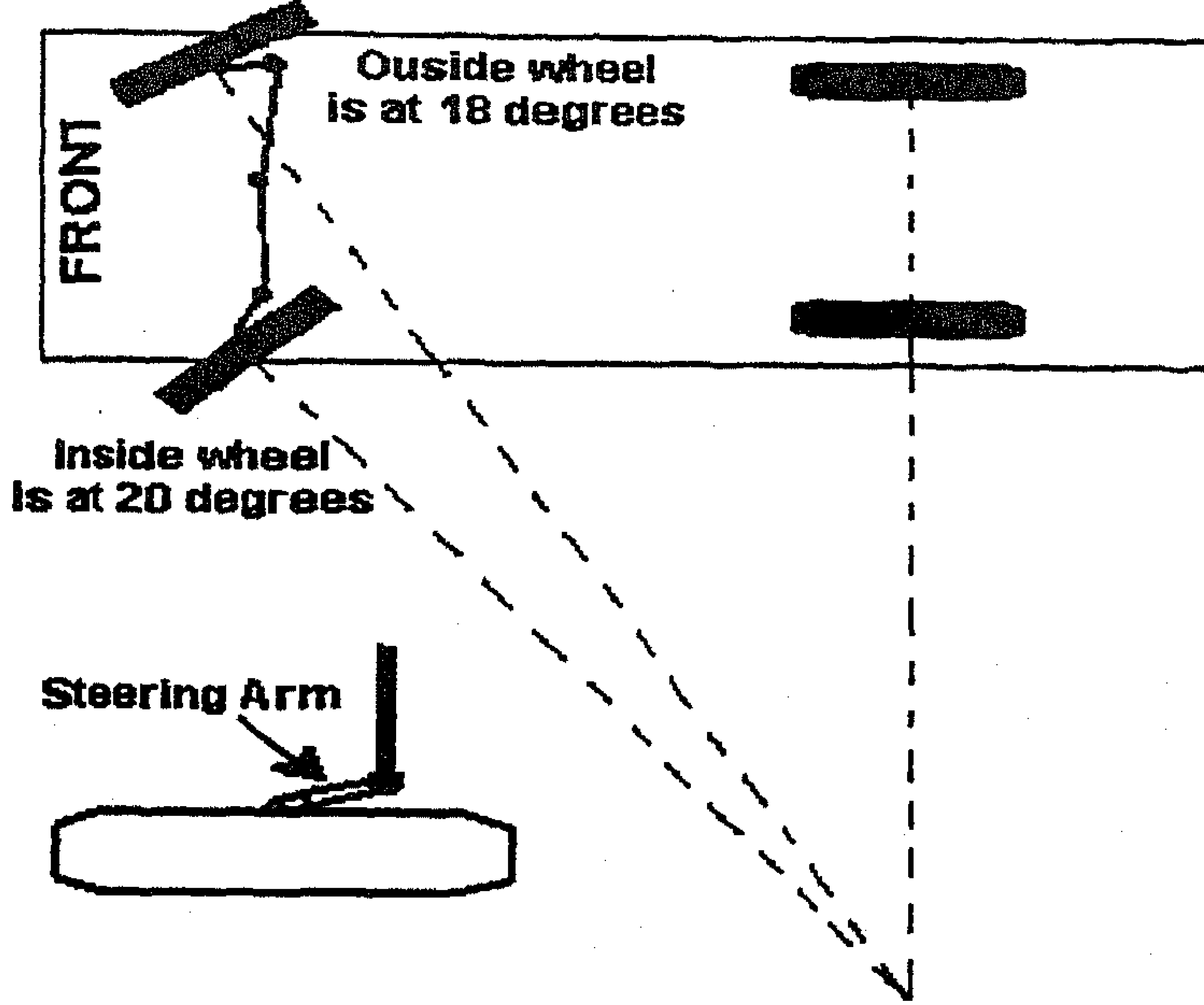
مقدمـــة :

القاعدة الأساسية لقيادة سيارة هو أن تتدحرج عجلاتها جميعا حول محاورهـــا دون انزلاق إذا سارت فى طريق منحني .

ولما كانت العجلة لا تتدحرج بطريقة منتظمة إلا إذا كان اتجاه حركتها متعامداً على محورها فإنه لو انحرف اتجاه الحركة قليلا عن التعامد كما فى حالة الملفات فإن العجلة فى هذه الحالة ترغم على الانزلاق لتتبع الاتجاه المدفوعة إليه.

لهذا فإنه لكي تدور السيارة حول منحني دون انزلاق عجلاتها فإنه يجـب أن تكون جميع محاور عجلاتها متعامدة مع اتجاه الحركة. وبما أن السيارة فى هذه الحالة تدور فى قوس دائرة لذلك فإنه يجب أن يتقاطع امتداد محاور العجلات كلها فى مركز الدائرة التى تدور حولها السيارة وبما أن المحور الخلفي مثبت فى الإطـــار ومركـب عليه العجلتين الخلفيتين متوازيتين ، لهذا إذا أديرت العجلتان الأماميتان فإنه يجـب أن يتلاقي إمتداد محورهما فى نقطة تقع على امتداد المحور الخلفي هى مركز الـدوران كما فى الشكل (١) .

ويتم التوصل إلى هذا بعمل ترتيب مناسب لتركيب كوعي مفـصلتي القيـادة للعجلتين وذلك بإمالتهما بحيث يتقابل امتدادهما فى نقطة على محور السيارة الطـولي كما فى الشكل (١) ولتفسير هذا فإنه بفرض إدارة عجلة القيادة إلى اليسار مثلا فـإن العجلة اليسري(الداخلية بالنسبة للملف) تدور بزاوية أكبر ٢٠ درجة من العجلة اليمني (الخارجية) ١٨ درجة وكما فى الشكل (١) ويختلف الفرق بين هـاتين الـزاويتين حسب طول المحور الأمامي .



شكل (١)

نظـرية أكرمان :

نحصل على الحركة المطلوبة لمفصلتي العجلتين الأماميتين بإمالـة كـوعى مفصلتي القيادة بعضهما نحو بعض ميلا مناسبا. وعلى ذلك فإنه في وضـع التوجيـه المستقيم يتقاطع محوريهما على المحور الطولي للسيارة عند نقطة يتوقف موضـعها الصحيح على المسافة بين محوري العجلات الأمامية والخلفية. وكذلك يتوقـف علـى المسافة بين عجلات الجهة اليمني والجهة اليسري . إلا أنه يكون قريبا مـن محـور العجلات الخلفية.وبسبب ميل كوع المفصلات Steering Arm تتحـرك المفـصلتين بزاويا مختلفة . عند دوران السيارة نحو اليسار فبتحرك عجلة القيـادة للـسير جهـة اليساره تدور المفصلة اليمني بزاوية (١٨) وينتقل كوع مفصلة القيادة الخاصة بها من الوضع المستقيم إلى الوضع الزاوي .وحيث أن كوعي المفصلات متـصلتان بـساق

الأزدواج يتبع ذلك تحرك طرف كوع مفصلة القيادة اليسري على قوس من دائــرة مركزها محور بنز التعليق مما ينتج عنه ميل ساق الأزدواج ويكون فى وضع غيــر مواز للمحور الأمامي وفى هذه الحالة تكون الزاوية (الداخلية بالنسبة للمنحني والتى تتمثل فى دوران المفصلة اليسري أكبر من الزاوية التى تصنعها المفصلة اليمني .

لشروط الواجب توافرها فى جهاز القيادة :

حتى يتمكن جهاز القيادة من أداء وظيفته دون إرهاق للسائق أو متاعب فــى عملية القيادة فإنه يشترط أن توافر فيه المتطلبات الآتية:

١. تخفيف العبء على السائق بتكبير الجهد الذى يبذله ليتمكن من التغلب على المقاومة التى تعترض العجلتين الأماميتين كذلك مقاومة الإحتكاك بين وصلات القيــادة وبين تروس القيادة وبعضها البعض.

٢. يجب أن تمتص تروس القيادة جزءاً كبيراً من صدمات الطريق وأن تمنع إنتقالهــا غلى عجلة القيادة الأمر الذي يرهق السائق ويجعل القيادة أمراً صعباً وخاصة فى الطرق الغير ممهدة بشرط عدم تعارض هذا مع الحصول على الأســتقامة الذاتية أتوماتيكيا .

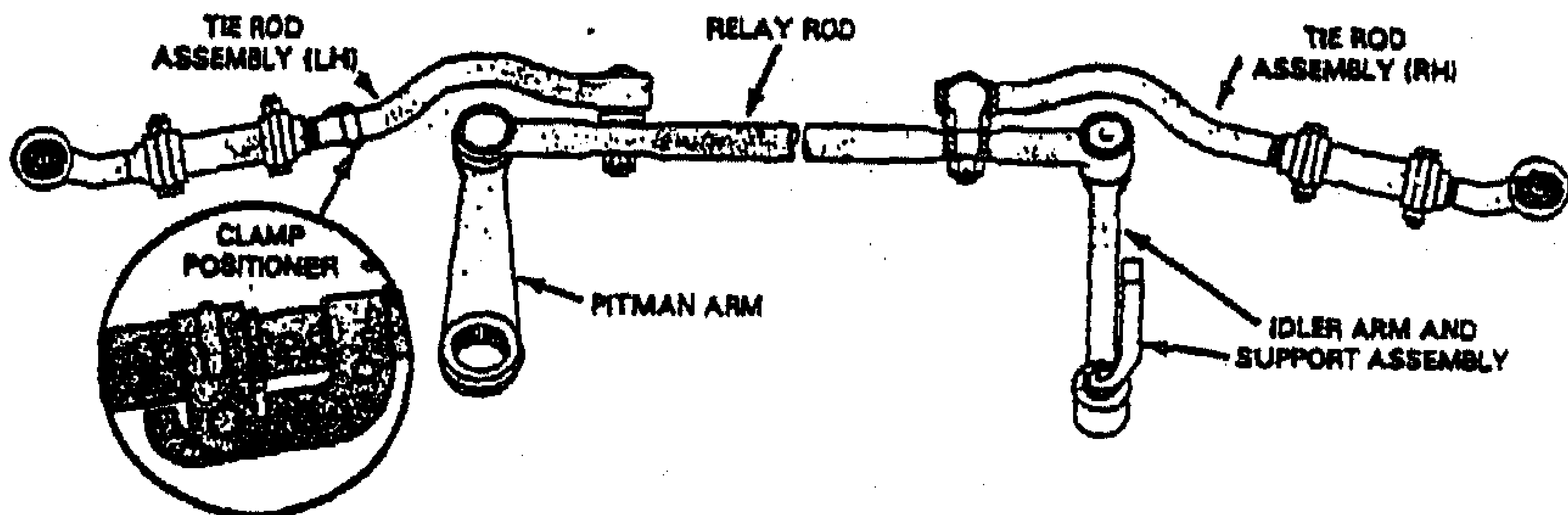
٣. تجنب وجود لعب فى تروس القيادة والوصلات حتى تكون الزاوية التى يمكــن أن تدور خلالها عجلة القيادة (دون تأثير على العجلات الأمامية) أقل ما يمكن .

وصلات القيادة Steering Linkage

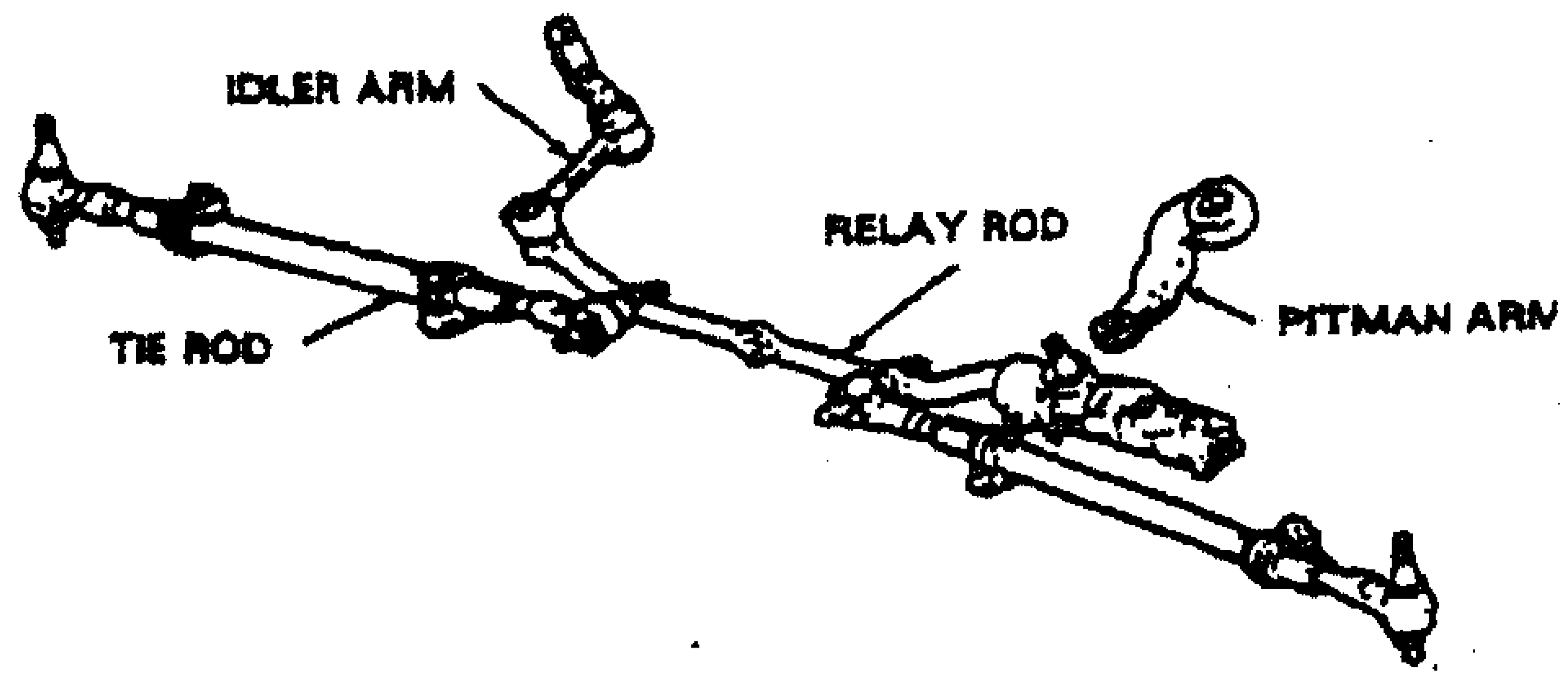
توجد أنظمة عديدة لوصلات القيادة وترتب هذه الأنظمة حسب التصميم، حيث أن لكل مركبه نظام معين بحيث يتناسب مع مقدار التحميل على المحور الأمامي وذلك لأن المحور الأمامي هو الناقل للحركة فى الإتجاهات المختلفة للسيارة. وكذلك يجــب مراعاة الطرق التى سوف تسير عليها المركبة (ممهدة) – (غير ممهــدة) والقــوى التى سوف تتعرض لها السيارة أثناء سيرها فى ظروف التشغيل المختلفة والقوي التى

سوف تتعرض لها عجلات السيارة أثناء السير فى المنحنيات ويوضح شكل (٣)، (٤) نظام طبقا للأصل حيث أنه يوجد ساقي شد (Tie Rods) ويوصل أحد أطراف كل ساق بالعجلات الأمامية (الميني واليسري) للسيارة أما الأطراف الأخري فتوصل بساق مناول (ساق مناول) (Relay Rod) وهذا الساق يتصل بذراع بتمان (Pitman Arm) الذى يتصل بنهاية عمود علبة تروس القيادة من اسفل (Steering Gear Shaft) ويتصل الطرف العلوي لعمود علبة تروس القيادة بالطرف السفلي لعمود القيادة (عمود الدركسيون) (Steering Column) ويتصل عمود الدركسيون من أعلى بعجلة القيادة (Steering Wheel) . أنظر شكل (٣). وعند تحريك عجلة القيادة فى احدي الإتجاهات (يمن أو يسار) تنتقل الحركة إلى عمود القيادة ومنه إلى علبة تروس القيادة ثم إلى ذراع بتمان ثم إلى الساق المناول ومنه إلى ساق الشد فتقوم هذه السيقان بتوجيه حركة العجلات الإمامية إلى اليمين أو إلى اليسار.

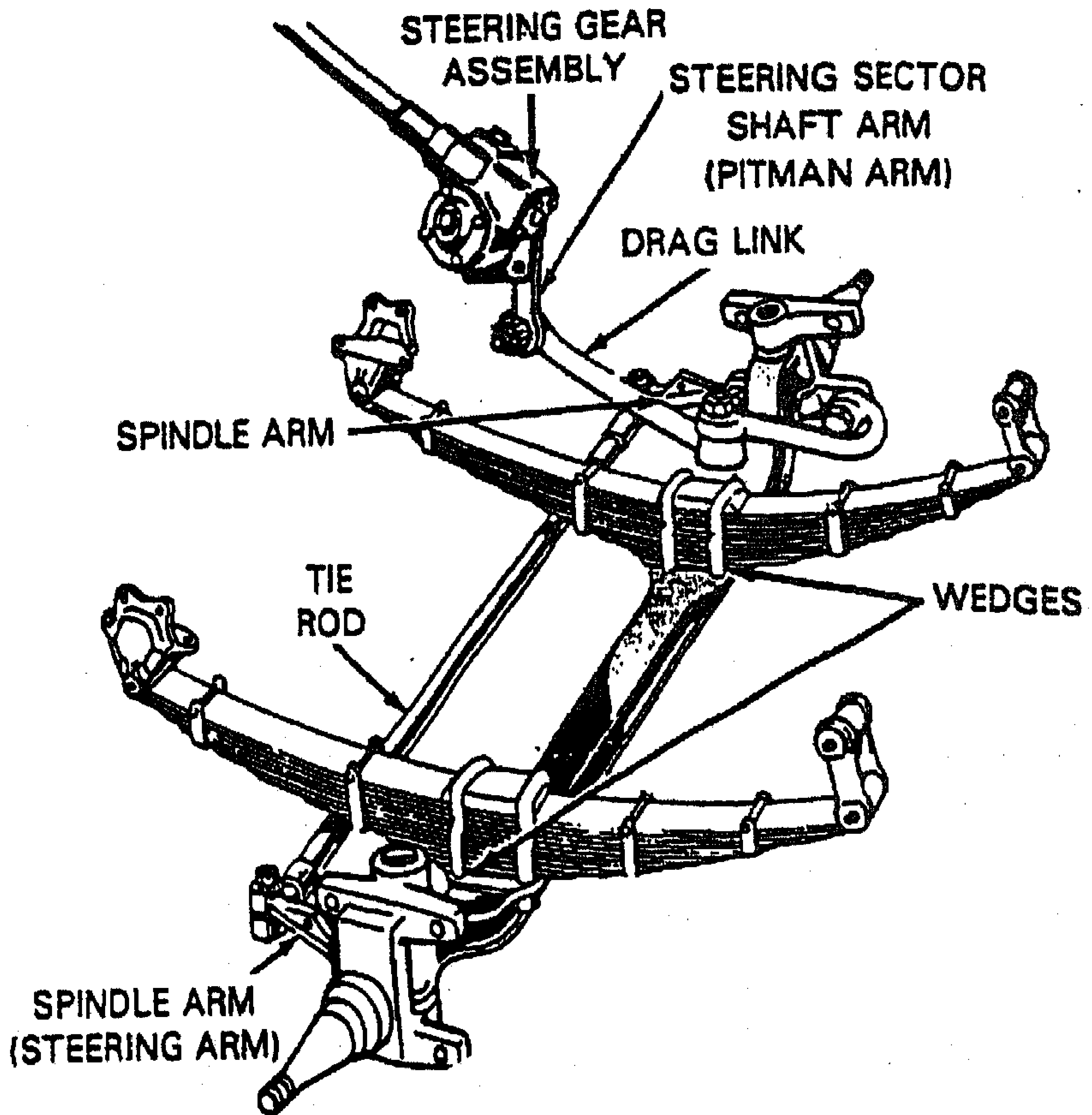
والترتيبات الشائعة الإستخدام اليوم تسمى وصلات(متوازي الأضلاع) (Parallelogram Type) وقد سمي بهذا الإسم لأنه عند النظر إليه من أعلى تجده يتخذ قليلا شكل متوازي الإضلاع. أنظر الشكل (٤) الوصله التى تشاهدها من نوع(متوازي الأضلاع) .



شكل (٣)


IDLER ARM
RELAY ROD
PITMAN ARM
TIE ROD

شكل (٤)


STEERING GEAR
ASSEMBLY
STEERING SECTOR
SHAFT ARM
(PITMAN ARM)
DRAG LINK
SPINDLE ARM
TIE
ROD
WEDGES
SPINDLE ARM
(STEERING ARM)

شكل (٥)

شكل (٦)

وصـــلات الجر The Linkage:

(١) ذراع بتمان Pitman Arm:

يسمى ذراع بتمان أيضا (ذراع تروس القيـــادة) (Steering Gear Arm) ويقوم ذراع بتمان بنقل الحركة من علبة تروس القيادة إلى وصلات القيادة ومنها إلى عجلات السيارة ويستطيع ذراع بتمان التردد (Swing) من جانب إلى جانـــب أثنـــاء القيادة أو من الأمام إلى الخلف أنظر الأشكال (١، ٢، ٣، ٤) .

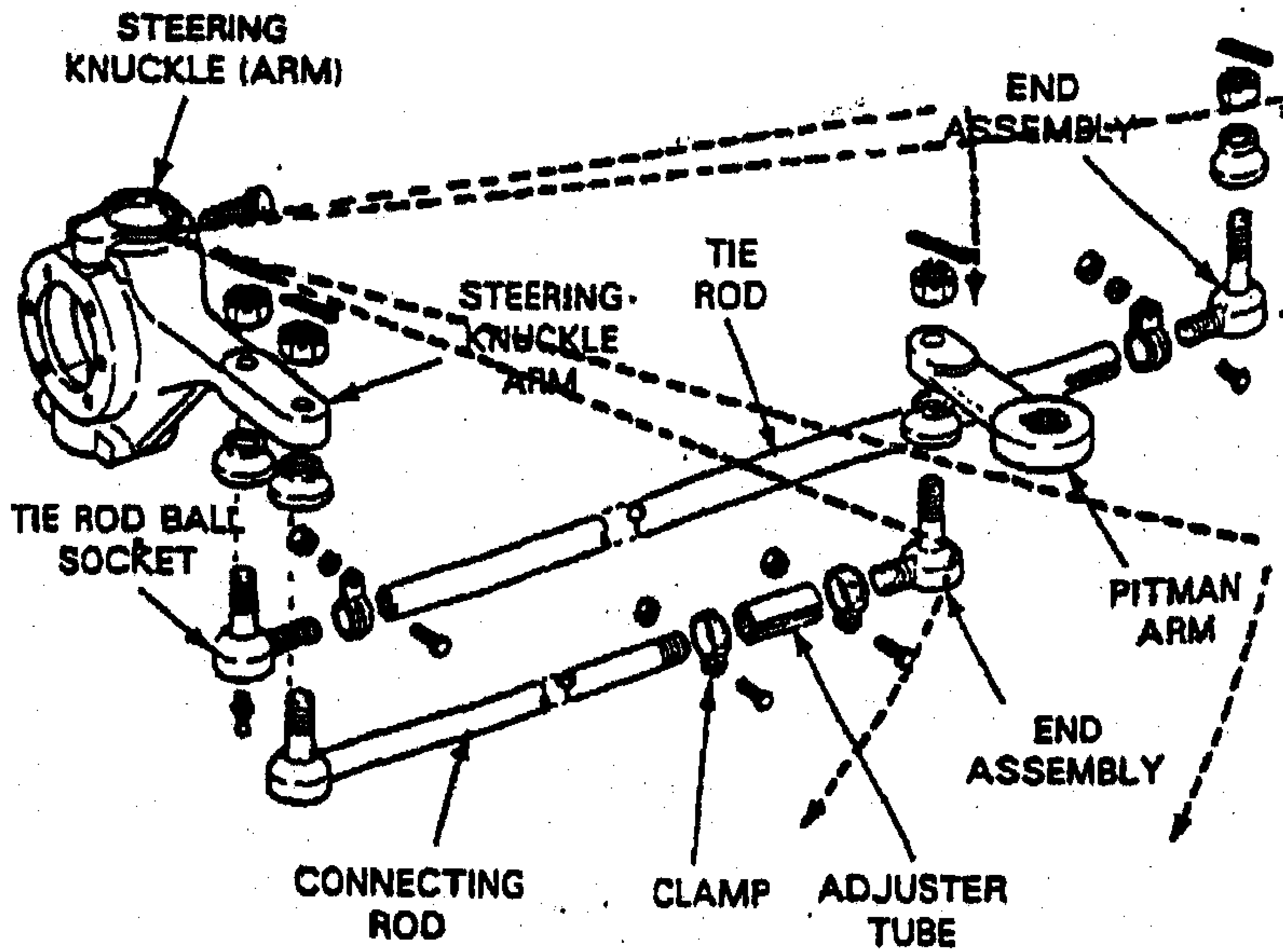
(٢) الوصلة المركزية Center Link:

يربط ذراع بتمان من أحد أطرافه بعلبة تروس القيادة ويربط الطرف الأخر لـــه بأحد أطراف عمود طويل يسمي الوصلة المركزية (Center Link) ويربط الطرف

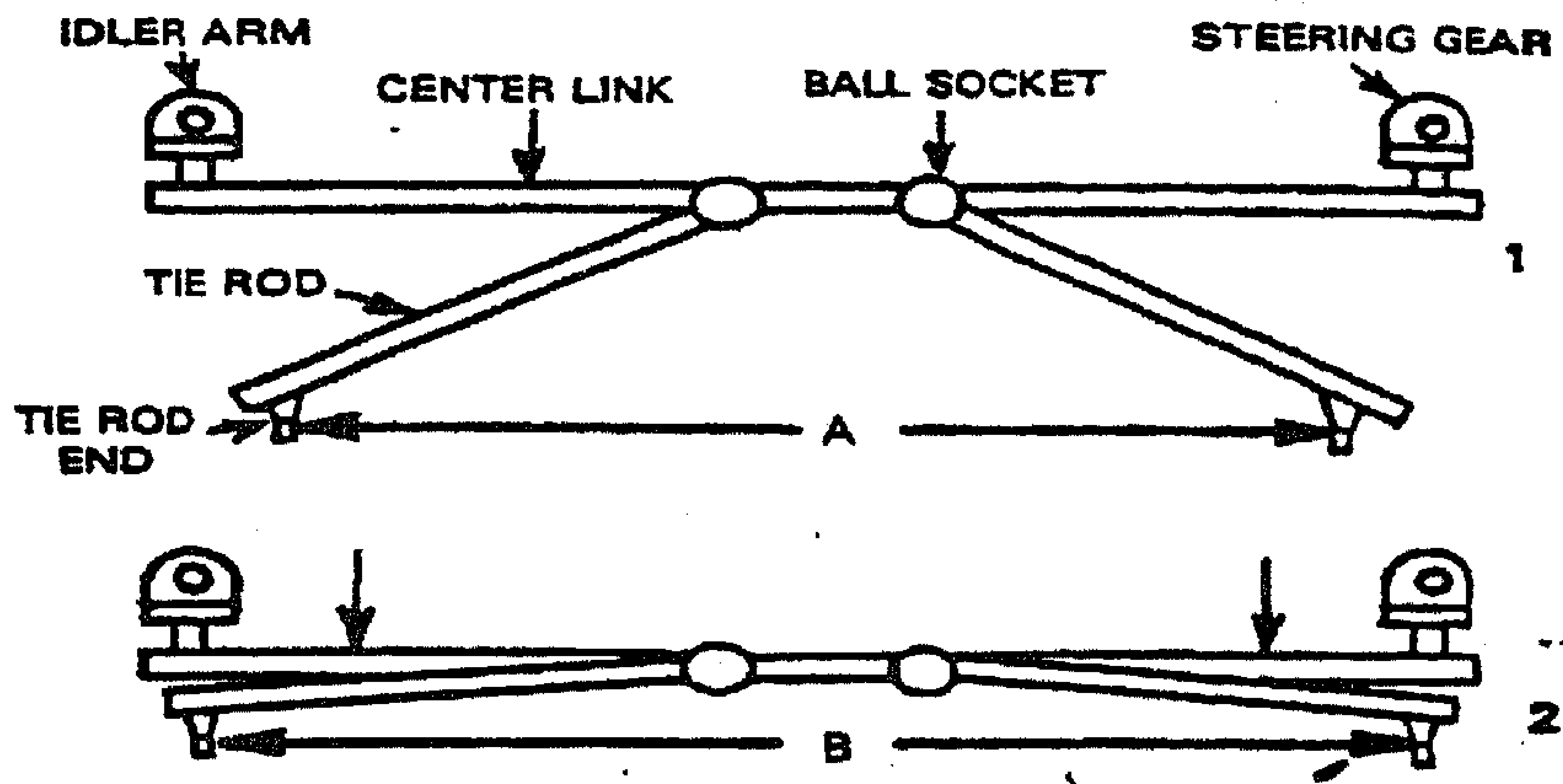
الآخر للوصلة المركزية بالذراع الوسيط (Idler Arm) وتكون نهاية الوصلة المركزية عبارة عن جلبة كروية (Ball Socket) تنتهي من أعلى بجوايط قلاووظ ويربط عليه بصامولة . وقد تسمي الوصلة المركزية (الساق المناول) (Relay Rod)، أنظر الأشكال (٣، ٤، ٥، ٦) .

(٣) الذراع الوسيط Idler Arm :

يربط أحد أطراف الذراع الوسيط بالساق المناول (Relay Rod) ويربط الطرف الأخر للذراع الوسيط بالإطار (Frame) بواسطة مسامير رباط، والذراع الوسيط يركب بحيث يكون موازي لذراع بتمان أنظر شكل (٧) تشاهد ذراع وسيط طبقا للأصل .



شكل (٧)



شكل (٨)

(٤) سيقان الربط Tie Rods:

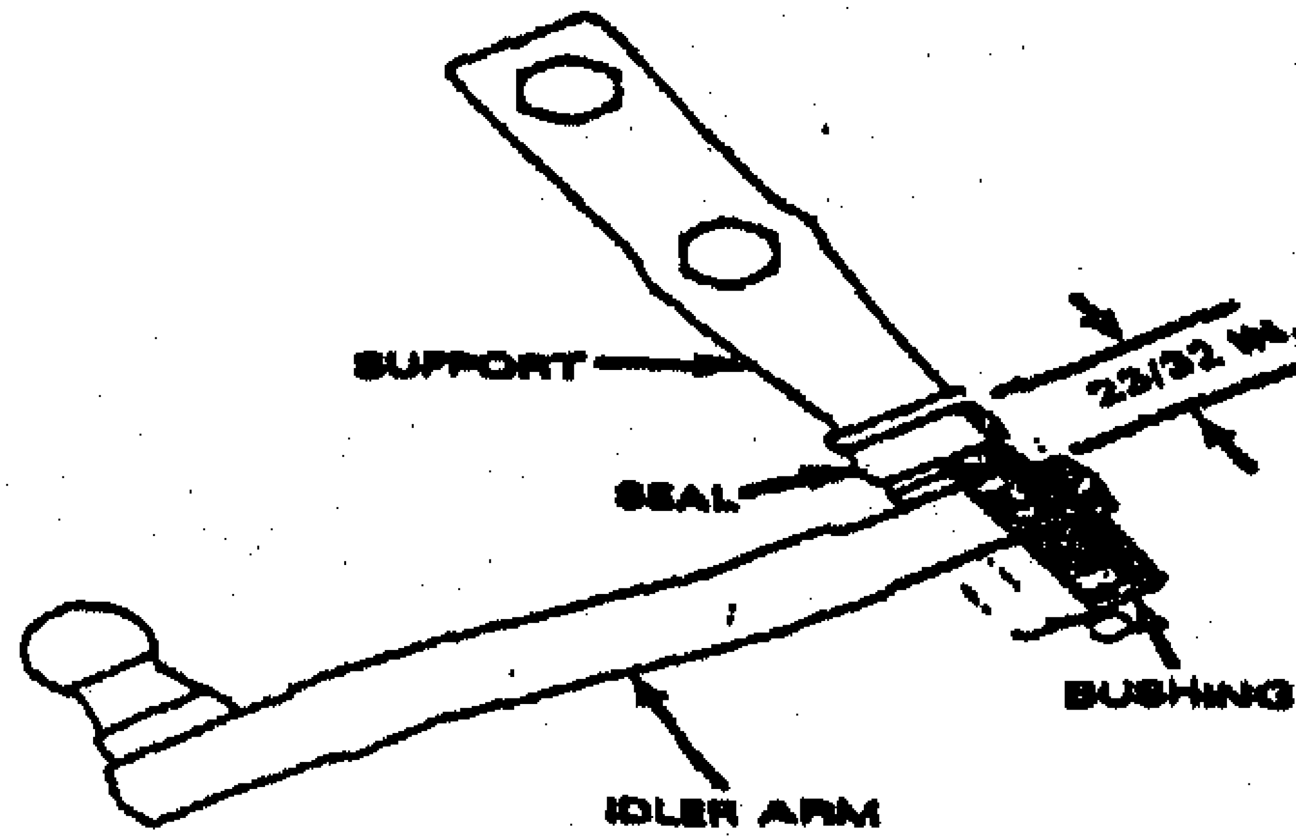
يوضع شكل (٨) ساقين ربط مستخدمين لتوصيل أذرع القيادة (Steering Arms) بالوصلة المركزية حيث - يكون سيقان الربط لها طرفين أحد طرفيها يربط مع أذرع القيادة أما الطرف الأخر فهو يربط مع الوصلة المركزية (الساق المناول) (Relay Rod) .

يمكن تغيير طول سيقان الربط لضبط زاوية العجلة (لم المقدمة) (toe in) حيث أن ساق الربط تحتوى فى كل نهاية من نهايتيها على وصلة كروية هذه الوصلة لها طرفين يوصل أحد أطرافها بأذرع القيادة أما الطرف الثاني عبارة عن قضيب قلاووظ تركب فيه جلبة مقلوظة من الداخل وتلف هذه الجلبة بحيث يمكن أن تعمل على لم العجل الأمامي أو انفراجه. ويربط على هذه الجبلبة من الخارج بواسطة (قفيز) يلتف على الجلبة وكذلك يربط القفيز بمسامير رباط أنظر شكل (٩) ويجب أن يكون طول ساقين الربط تقريبا متساوي عندما تنخفض أذرع التحكم (Control Arms) وذلك عندما يرتفع الأطار وينخفض أثناء السير على طرق غير ممهده وذلك سوف يقلل من الحد الأدني للإزعاج أو القلق من الاختلاف فى زوايا العجل الأمامي (Toe-in) و(Toe-out) مما يؤدي إلى قيادة سليمة.

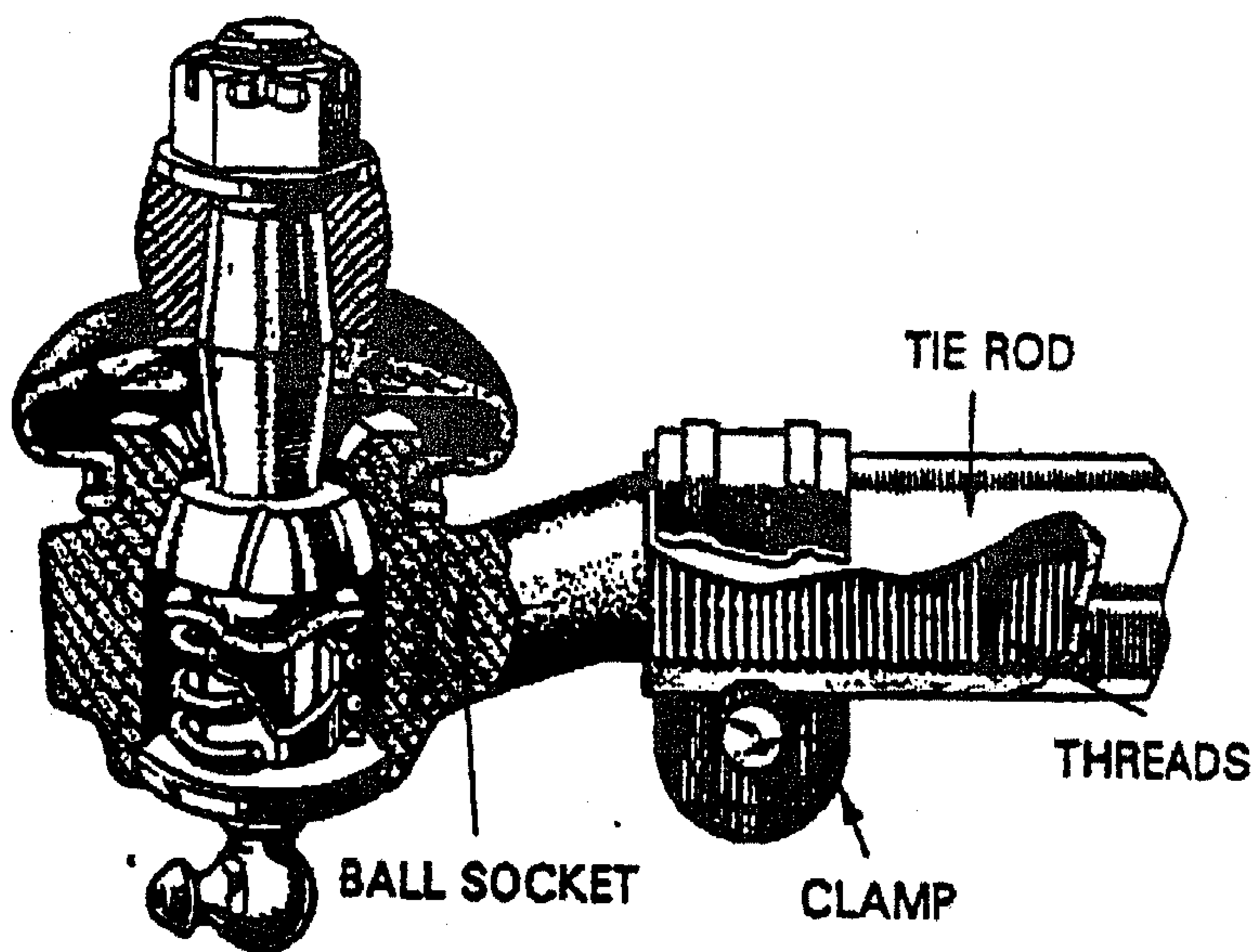
ويجب أن تكون سيقان الربط متوازيين عن قرب (عندما تنظر إليهم من الأمام) وذلك سوف يمنع التغيرات فى (Toe-in) (إنفراج المقدمة) و(Toe-out) وذلك عندما ينخفض ويرتفع الإطار .

ويوضح الشكل (٨) قطاع فى الوصلة الكروية التى تركب فى نهاية ساق الشد (Tie Rode) حيث تتركب من الداخل من بنز مسلوب ينتهي من أعلى بقلووظ تركب فيه صاموله مشقوقه ويربط عليها بتيله ماسكه ومانعة للصامولة من الدوران اثناء التشغيل وينتهي البنز من أسفل بجزء كروي يجعل البنز المسلوب يتحرك لليمين وإلى اليسار بحرية ويوضع الجزء الكروي بداخل قرص من المعدن أو النايلون المقوي، ويوضع تحت الجزء الكروي ياي ضغط يعمل على أحكام حركة البنز المسلوب ويوجد فى قاعدة الوصلة الكروية من الخارج مشحمة يمكن عن طريقها تزويد الوصلة الكروية بالشحم لكي يسهل الحركة للوصلة الكروية ويمنع أو يقلل من تآكلها نتيجة للتشغيل المستمر .

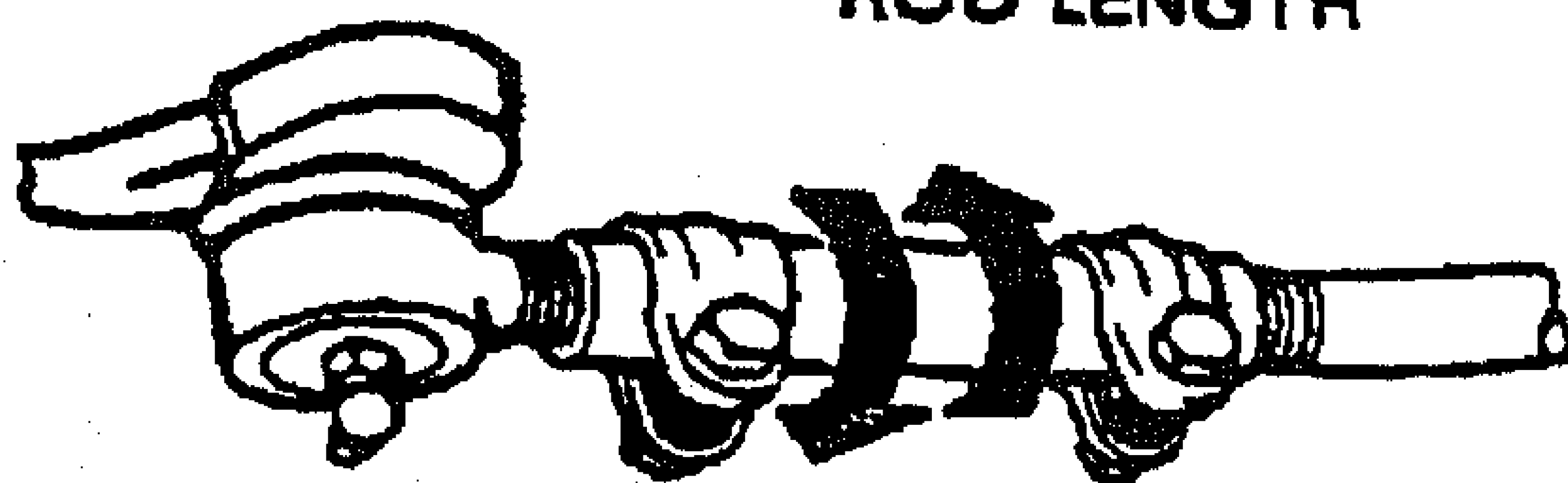
ويغطي على الوصلة الكروية بغلاف خارجي من الكاوتشوك ينفذ من منتصفه البنز المسلوب ويعمل هذا الغلاف على منع دخول الأتربة أو أى جسم صلب من أن يدخل إلى داخل الوصلة الكروية فيعمل على أعاقة عملها وبالتالى سوف يتسبب فى سرعة تآكلها وفى حالة تلف هذه الوصلة يتجب تغيرها بأخري جديدة صالحة للإستخدام وتوضح الأشكال (١٠، ١١) أنواع مختلفة للوصلات الكروية المستخدمة أو المركبة على نهاية ساق الشد (Tie Rod).

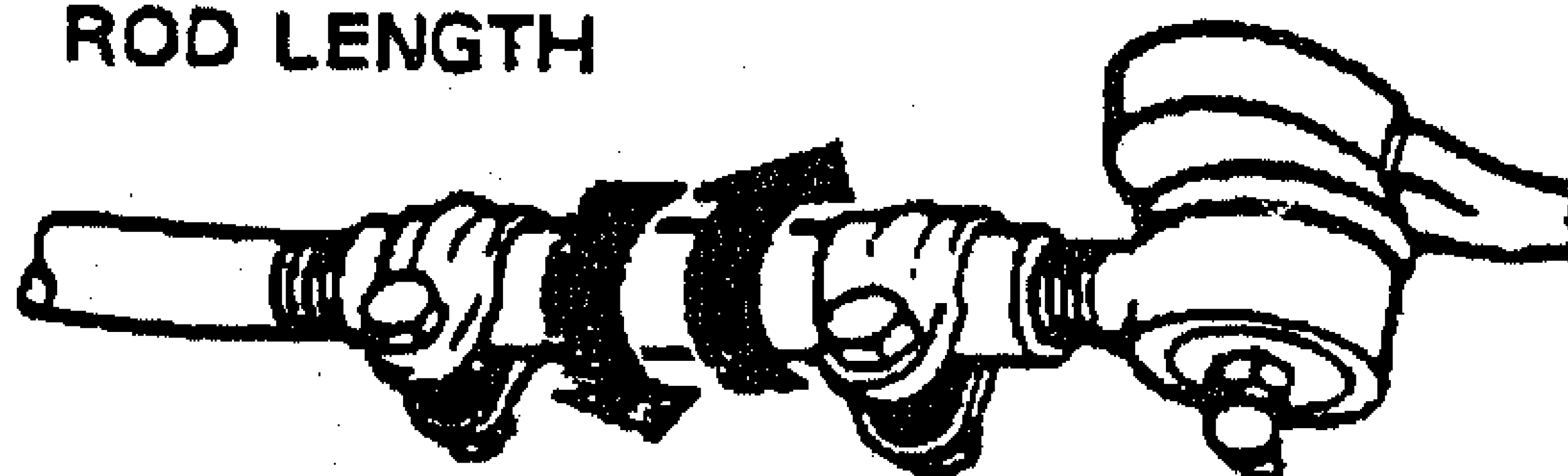


شكل (٧)

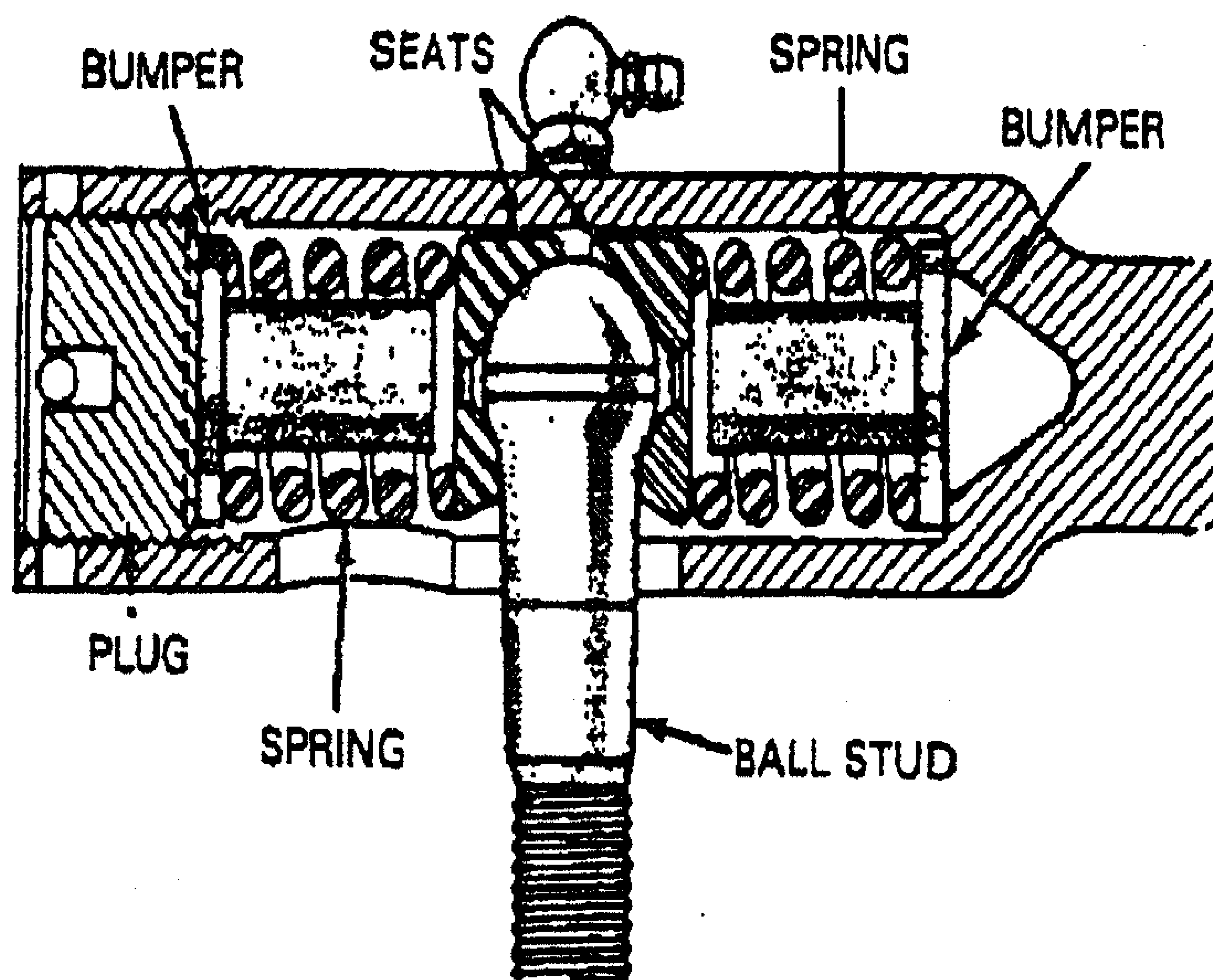

TIE ROD
THREADS
BALL SOCKET
CLAMP

شكل (٨)

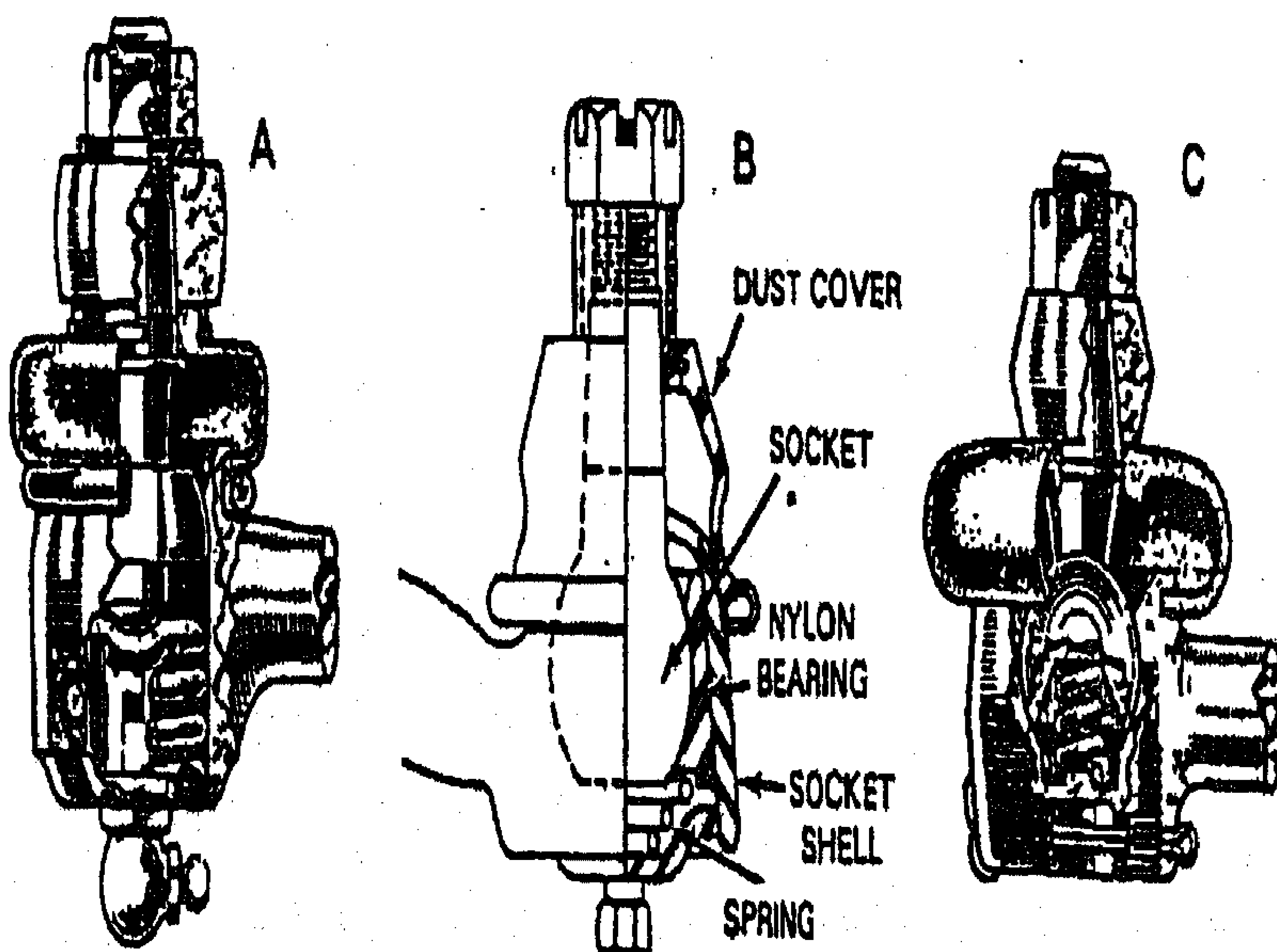

TURN DOWNWARD TO INCREASE ROD LENGTH
TURN UPWARD TO.DECREASE ROD LENGTH
LEFT-HAND SLEEVE


TURN DOWNWARD TO DECREASE ROD LENGTH
TURN UPWARD TO INCREASE ROD LENGTH
RIGHT-HAND SLEEVE

شكل (٩)


BUMPER
SEATS
SPRING
BUMPER
PLUG
SPRING
BALL STUD

شكل (١٠)


A
B
C
DUST COVER
SOCKET
NYLON
BEARING
SOCKET
SHELL
SPRING

شكل (١١)

نظام القيادة العونية في السيارات الأوربية

* الغرض من النظام :

يعد الغرض الأساسي هو إنتاج جهد معاير إضافي ومساعد للمجهود الذى يبذله السائق فى تحريك عجلة القيادة أثناء السير على الطريق كما يعمل النظام على تسهيل حركة القيادة فى يد القائد أثناء السير فى المنحنيات وسرعة استجابة عجلات السياره لحركه عجله القيادة مما يقلل من مجهود السائق وكذلك تجنب الحوادث.

وتوجد اعتبارات هامة يجب مراعاتها عند تصميم نظام القيادة العونية الهيدروليكية وهى :

١. مدى الجهد المبذول بواسطة السائق .

٢. مدى القوه المساعده المطلوبة . وذلك حسب متطلبات الطريق .

* نظام القيادة العونية المتغير طراز بندكس .

قامت شركة بوش الألمانية بتصميم هذا النوع المتقدم والشكل (١) يبين التركيب العام للنظام حيث .

١. خزان الزيت

٢. المضخة الهيدروليكية

٣. الاسطوانة

٤. صمام التحكم فى التوريد

٥. صمام التحكم ثنائي التوريد

٦. وحده التخلخل القياده العونية

٧. وحده تحكم السيرفو

A- ضغط عالى (مرحلة أولى)

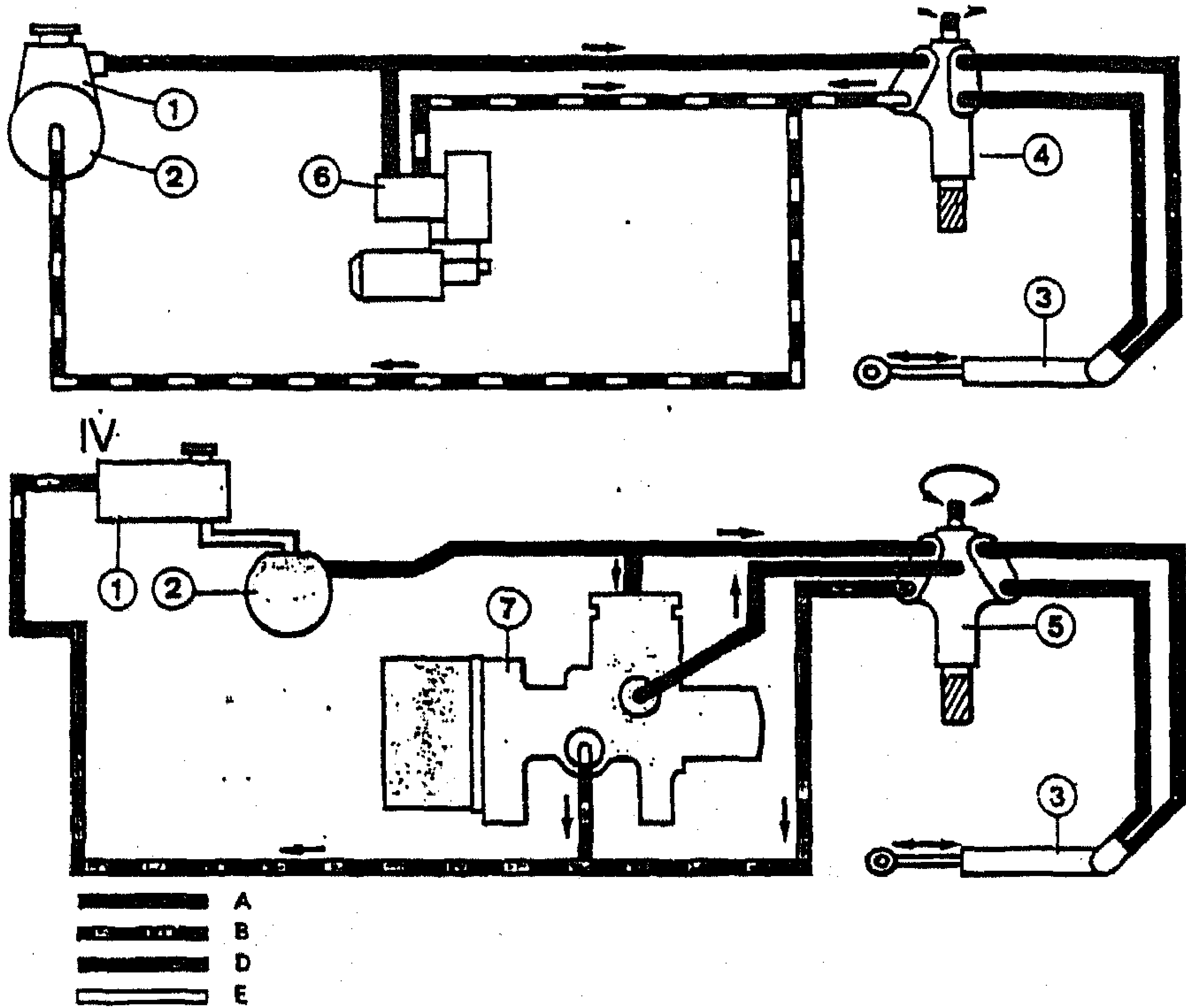
B – مراجع للخزان

C- ضغط عالى (مرحلة ثانية)

D- ضغط منخفض

وفى هذا النظام يوجد صمامات للتحكم أحدهما (V_1) مخصص للسرعة المنخفضة ، الثاني (V_2) مخصص للسرعة العالية ويعمل كل منهما مستقلاً عن الآخر

وهى مدمجان فى ما يسمي صمام التحكم فى التوزيع المزدوج Dual –distribution control valve



شكل (١)

وهذا الصمام يعمل على زياده مدى التحكم عن النوع ذو صمام التحكم أحادي التوريد، وله ميزه هامة وهى زياده الضغط فى الاسطوانة عند نفس الجهد المنـدول على عجلة القيادة . كما يحتوي النظام على وحده تعديل تعمل على توزيـع الـضغط العالى على كل من المرحلتين الأولى والثانية لصمام التحكم .

وفى الشكل (١) وعند إدارة محرك السياره يقوم بتشغيل مضخة زيت نظـام القيادة العونية (المؤازر (2)) التى تقوم بسحب الزيت من الخـزان(1) ودفعـه فـى الوصلات المطاطية أوالمعدنية إلى صمام التحكم (المفرد ٤ أو المزدوج ٥) ومنه إلى

الاسطوانة (3) كما يمر الزيت إلى وحده تخلخل القيادة العونية (6) أو إلى وحده تحكم السيرفو (7) ثم يعود الفائض من الصمام (4 أو 5) ومن الوحده (6 أو 7) إلى خزان الزيت مرة أخري. كذلك يبين الشكل (٢) مكونات النظام ومواضعه على السياره حيث :

١. خزان الزيت　　　　٢. المضخة الهيدروليكية

٣. الصمام المزدوج للتحكم فى الإمداد　　　　٤. الاسطوانة

٥. مبرد الزيت　　　　٦. مجموعة وحده التحكم والتخلخل، التى تتضمن :

أ. نظام تحكم هيدروليكي موصل مع نظام قياس الموضع.

ب. محرك خطوه متصل مع مخفض للسرعة

ج. حاسب يتعامل مع كل من الوحدات السابقة والذى يقوم بمعالجة البيانات الآتية .

١. سرعة السياره .　　　　٢. اختيار ذاتي للنظام

٣.التحكم فى المحرك الكهربي (محرك الخطوه)

٤. التحكم فى نمط التوجيه .　　　　٥. التشخيص الذاتي .

ثم نعود لباقي المكونات :

٧. وصله إختبار نظام القياده العونية المتغير C7100

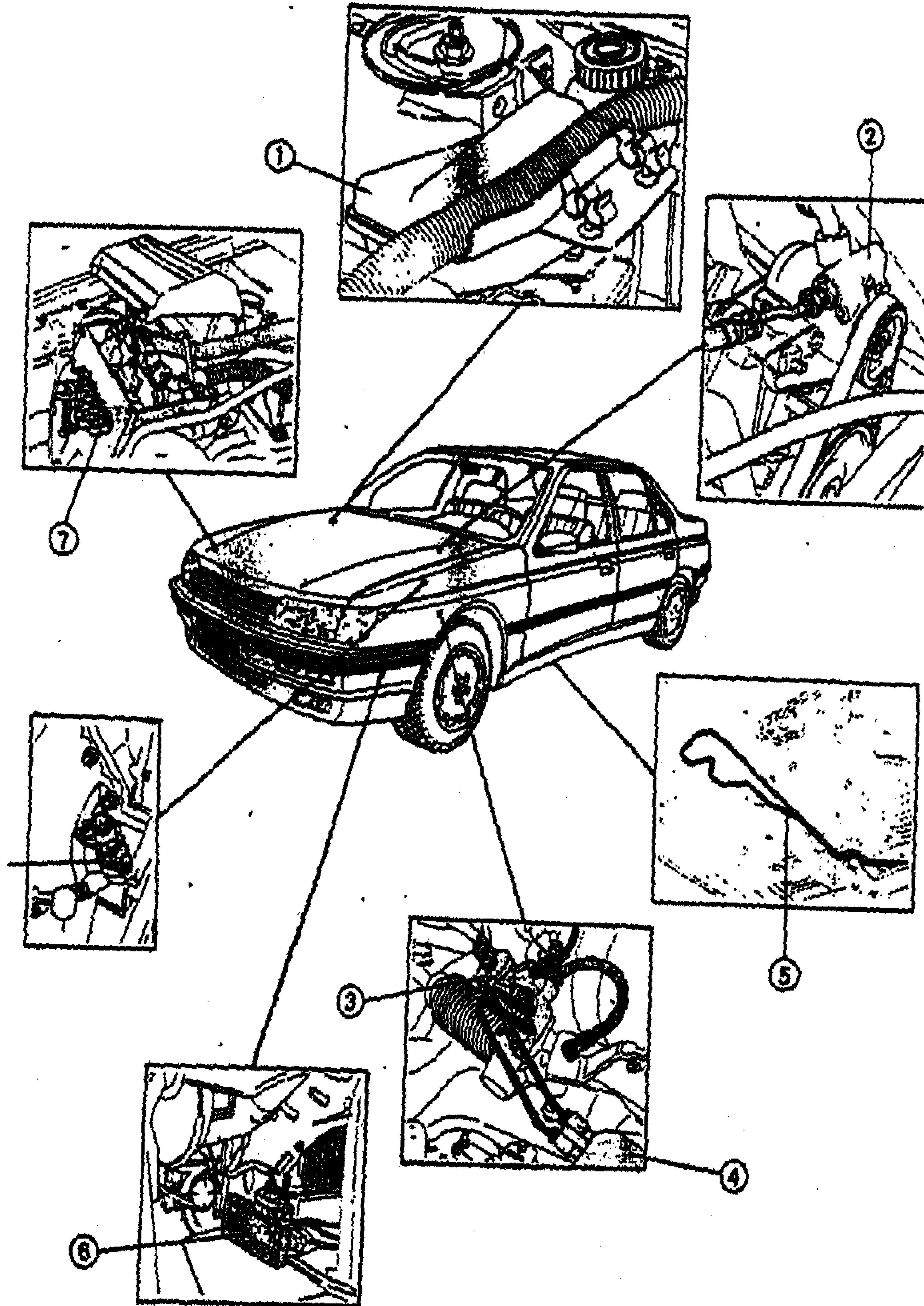
٨. حساس السرعة المغناطيسي

وفيما يلى شرحاً لمكونات النظام:

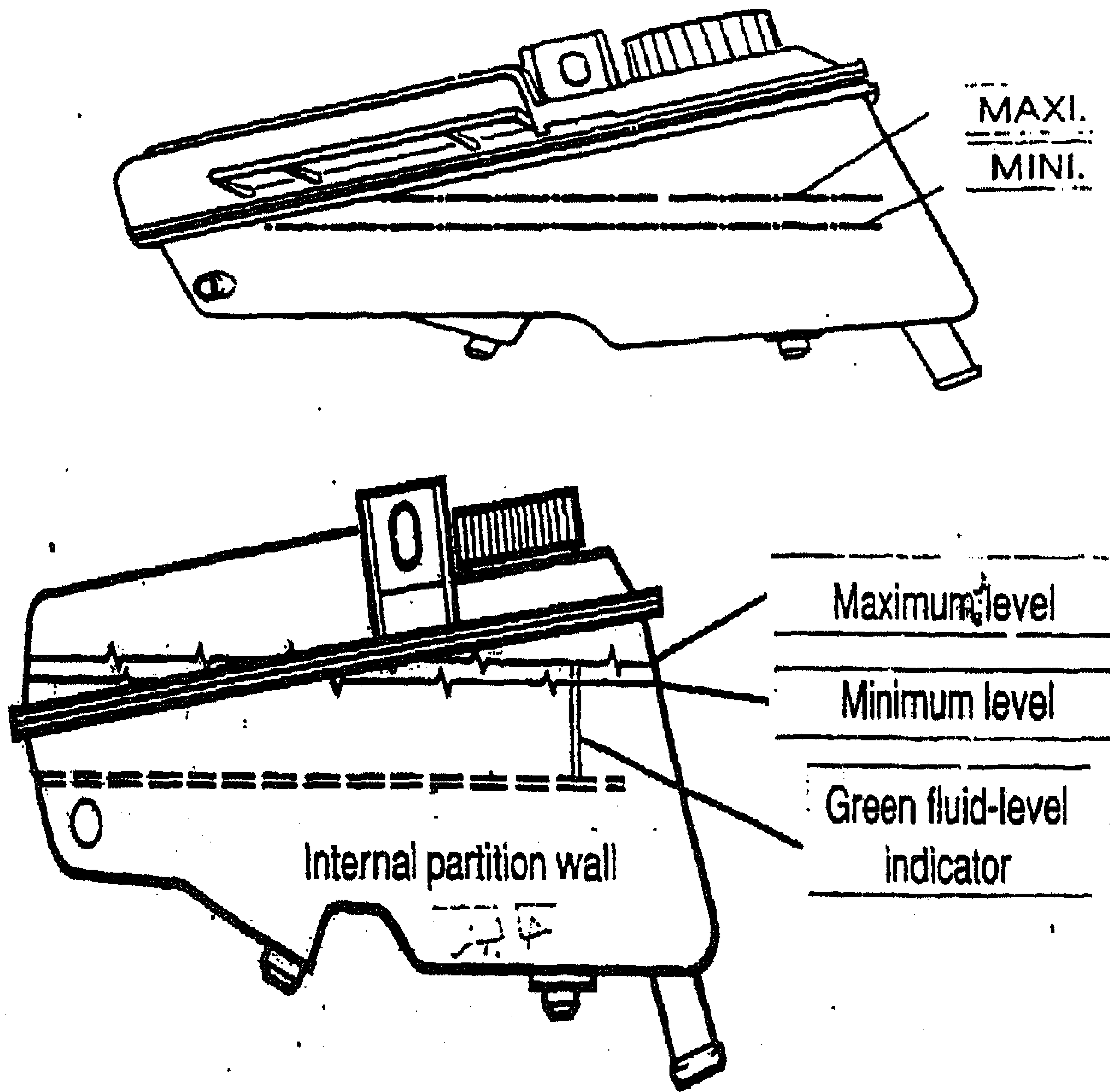
<u>١.مبرد الزيت</u> : يبين الشكل موضع مبرد الزيت أسفل السياره والذى يستقبل الزيت العائد للخزان ليبرده أولاً بحيث لا ترتفع درجة حراره الزيت مطلقاً إلى أكثر من 150 درجة مئوية.

<u>* الخزان</u> : توجد أنواع مختلفة من الخزانات ومنها الموضح بالشكل (٣) حيث يبين العلوي حدود الزيت داخل الخزان من أقصى ارتفاع max وأدني ارتفاع min

أما الشكل السفلي فيوضح نوع أخر ويمكن فحص مستوي الزيت من خـــلال النظر من أعلى عند فتحه الملء حيث يوجد حاجز ملون (أخضر) ويكون الحد الأقصى عندما يصل الزيت إلى قمة الحاجز ويكون الحد الأدنى عندما يكــون الزيت أسفل قمه الحاجز بنحو 5mm.ويجب عند فحــص الزيــت أن يكــون المحرك متوقفاً و أن تكون العجلات في الوضع المستقيم .



شكل (٢)



شكل (٣)

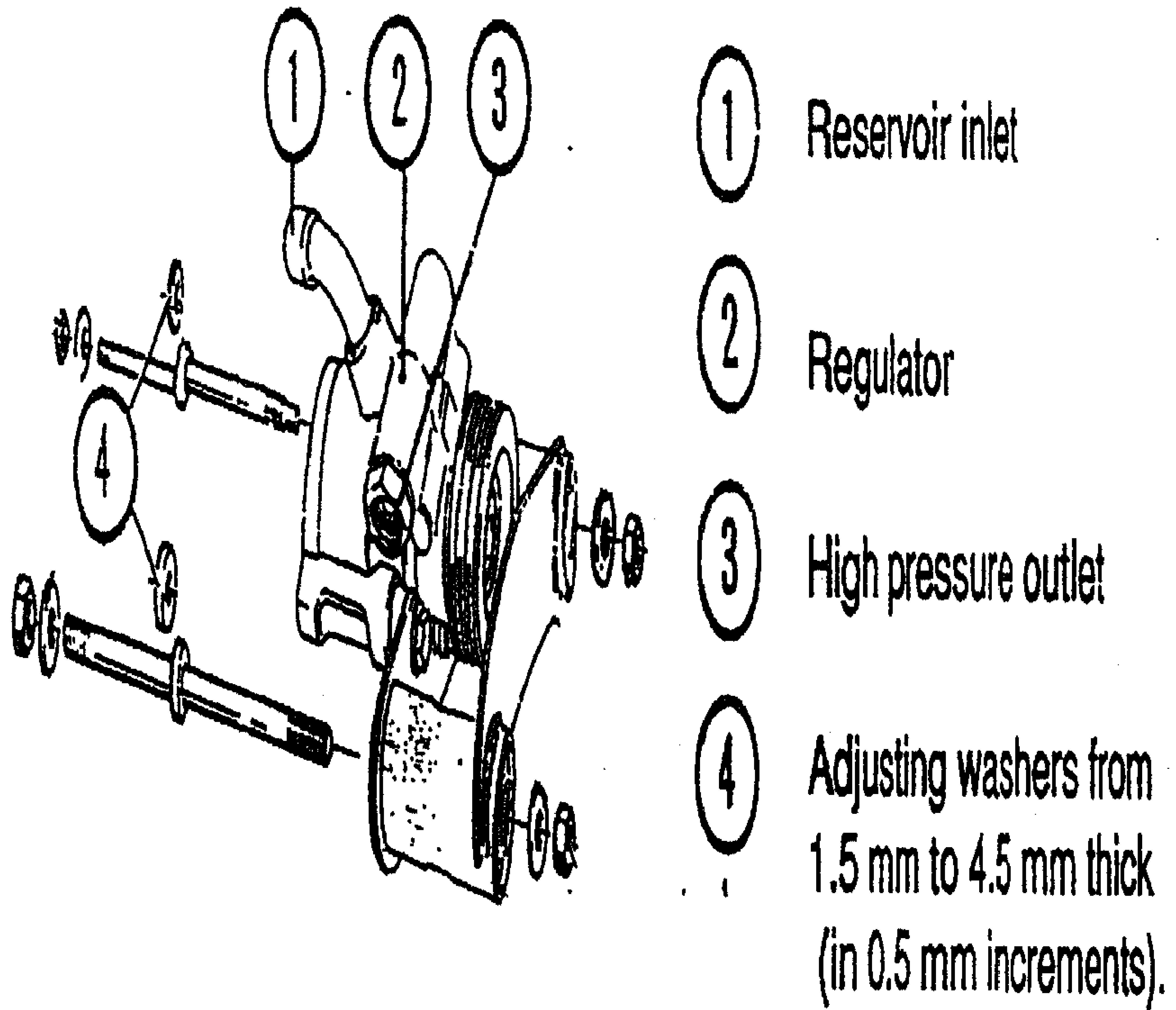
*** المضخة :**

يوضح الشكل (٤) تركيب المضخة حيث :

١. مدخل الخزان .　　　　٢. منظم　　　　٣. مخرج الضغط العالى .

٤. ورد ضبط يتراوح سمكها نحو (0.5mm) كل منها تزداد فى السمك فيمـــا بيـــن (1.5 حتى 4.5mm).

وتدار بواسطة سير يصل بين طنبوره المحرك وطنبوره المخضة وتقوم برفع الضغط بين (95 – 105 bar).



شكل (٤)

*** صمام التحكم ثنائي التوريد Dual delivery Control Valve**

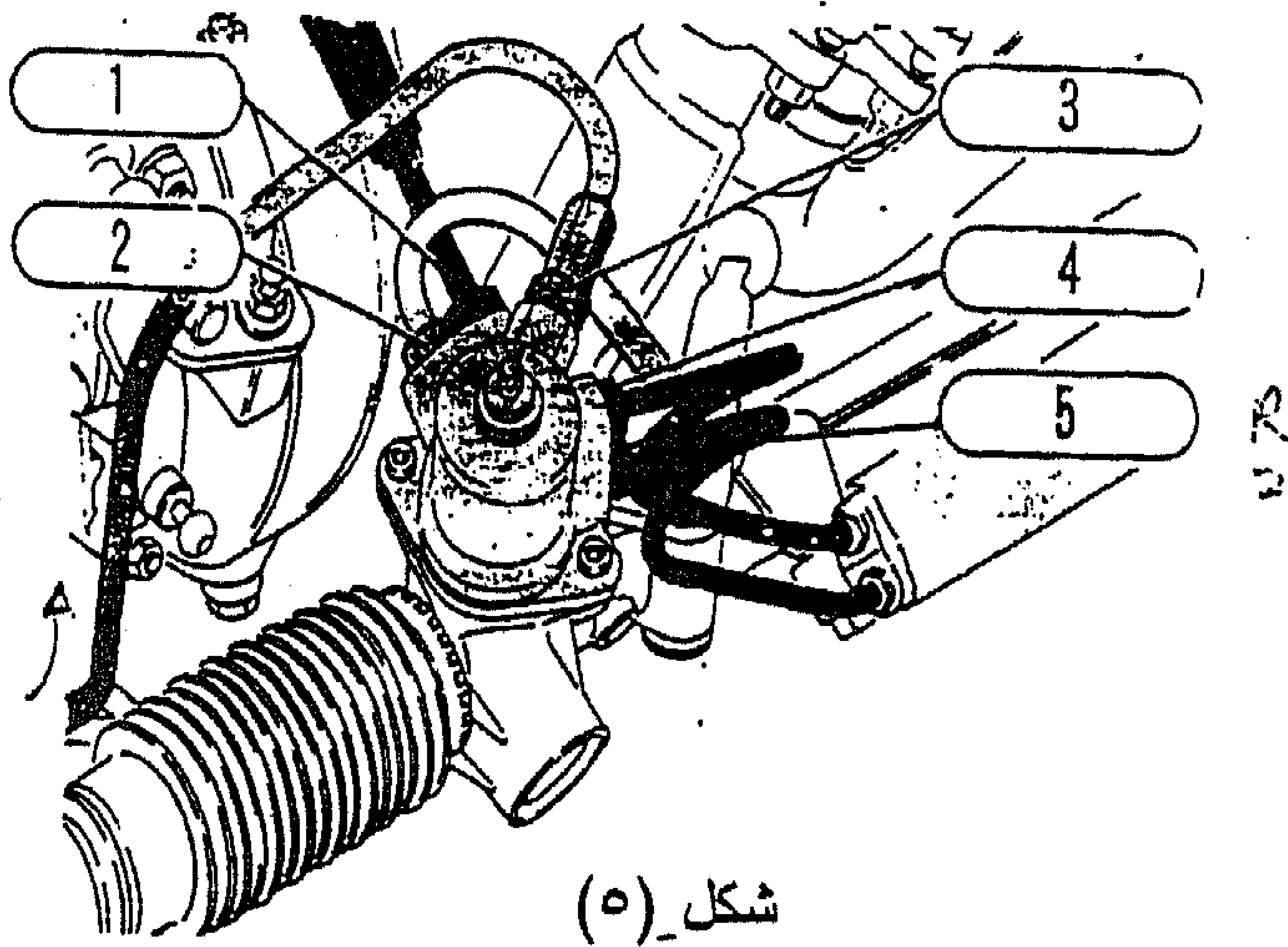
يوضح الشكل (٥) السفلى صمام التحكم الثنائي وتوصيلاته حيث :

١. دخول الضغط العالي .   ٢. عوده الفائض للخزان .

٣. دخول وحده التحكم العونية بالتخلخل .

٤. إمداد الاسطوانة بالزيت فى حالة التوجيه إلى اليسار.

٥. إمداد الاسطوانة بالزيت فى حالة التوجيه إلى اليمين .



شكل_(٥)

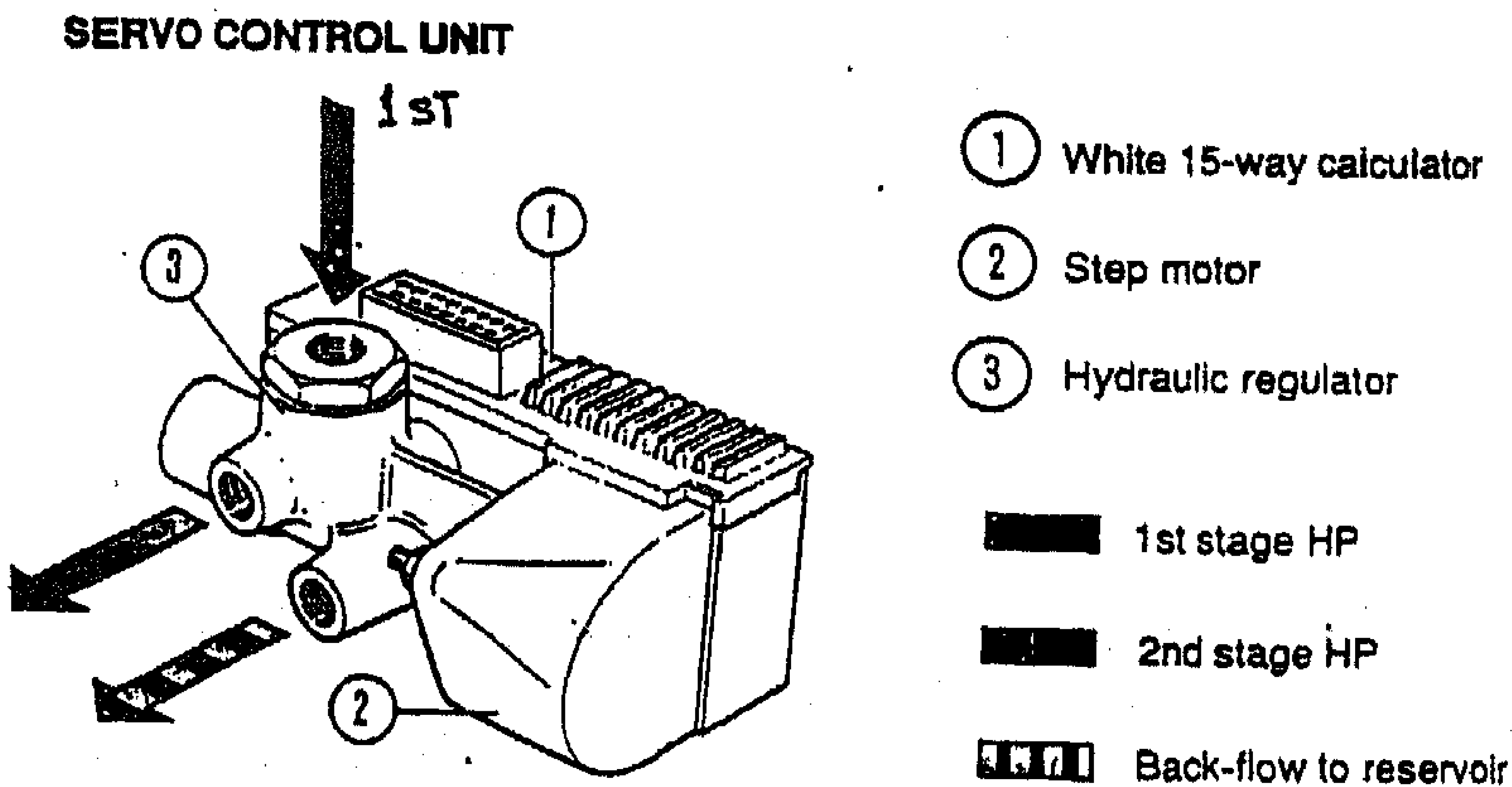
وحده التحكم العونية بالتخلخل Servo control unit

يوضح الشكل (٦) وحده التحكم حيث :

١. وحده الحاسب (15 طرف)　　　　٢. محرك الخطوه

٣. المنظم الهيدروليكي

كذلك يوضح الشكل المرحلة الأولى للضغط العالى 1st ثم المرحلـة الثانيـة 2nd وكذلك عوده الفائض إلى الخزان . .

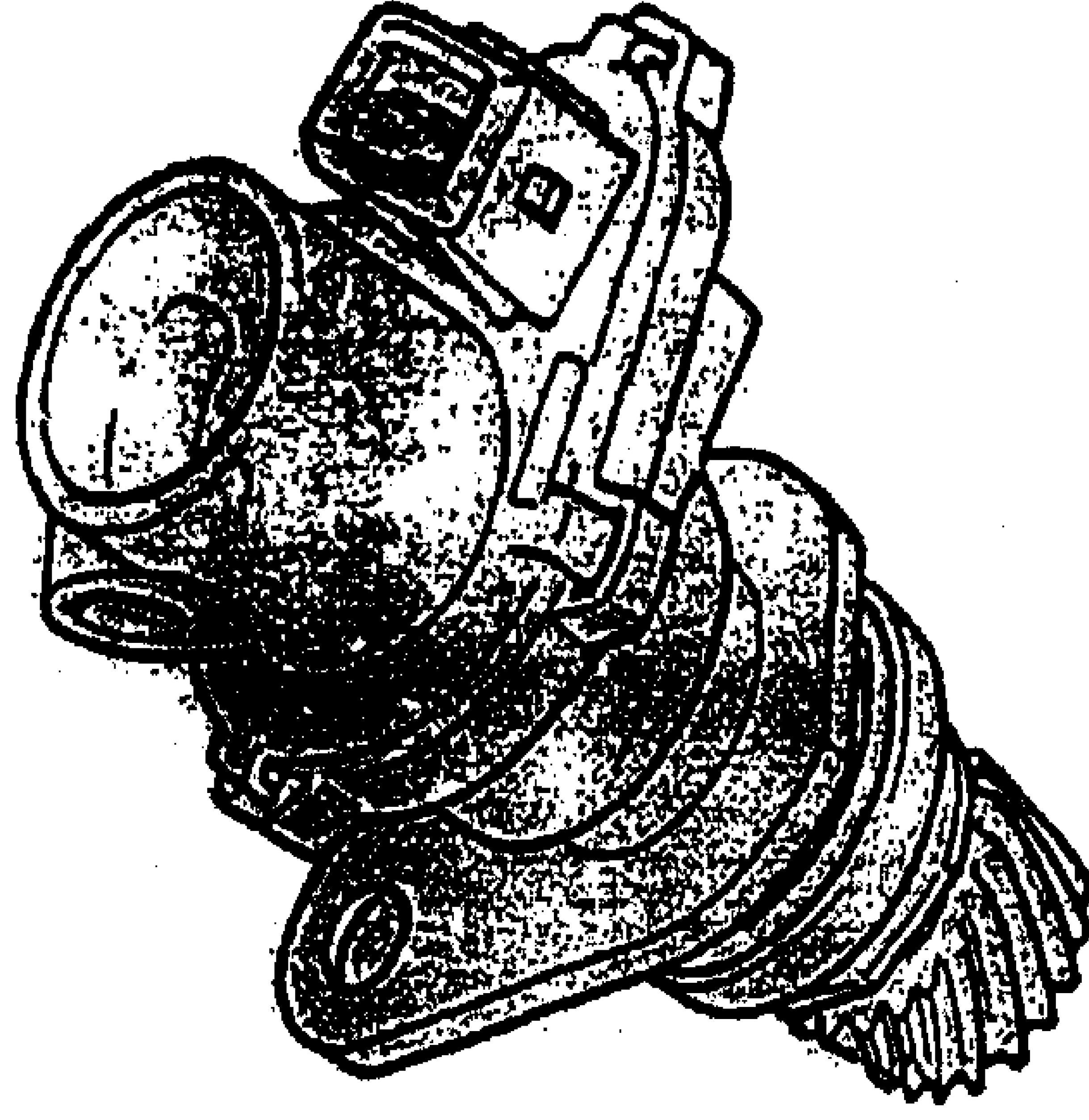


شكل (٦)

* حساس السرعة : Speed sensor

يوضح الشكل (٧) حساس السرعة الذى يقوم بإعطاء إشاره كهربية دالة على سرعة المركبة.

SPEED SENSOR



شكل (٧)

معزز القياده : Steering booster

تدار المضخة (١) عن طريق محرك السياره حيث تقوم بإمداد توريـد ثابـت للزيت إلى معزز القياده. ويسمح صمام التحكم ثنائي التوريد (2) المتصل مع عمـود القيادة بزياده الضغط داخل الاسطوانة (3)، والذى ينقل إلى المكبس المركـب علـى الجريدة المسننه، فيتحرك داخل الاسطوانة وتتحرك الجريده المسننه تبعاً لـذلك ممـا يؤدي إلى تقليل الجهد الذى يبذله السائق فى تحريك عجلة القيادة الشكل (١).

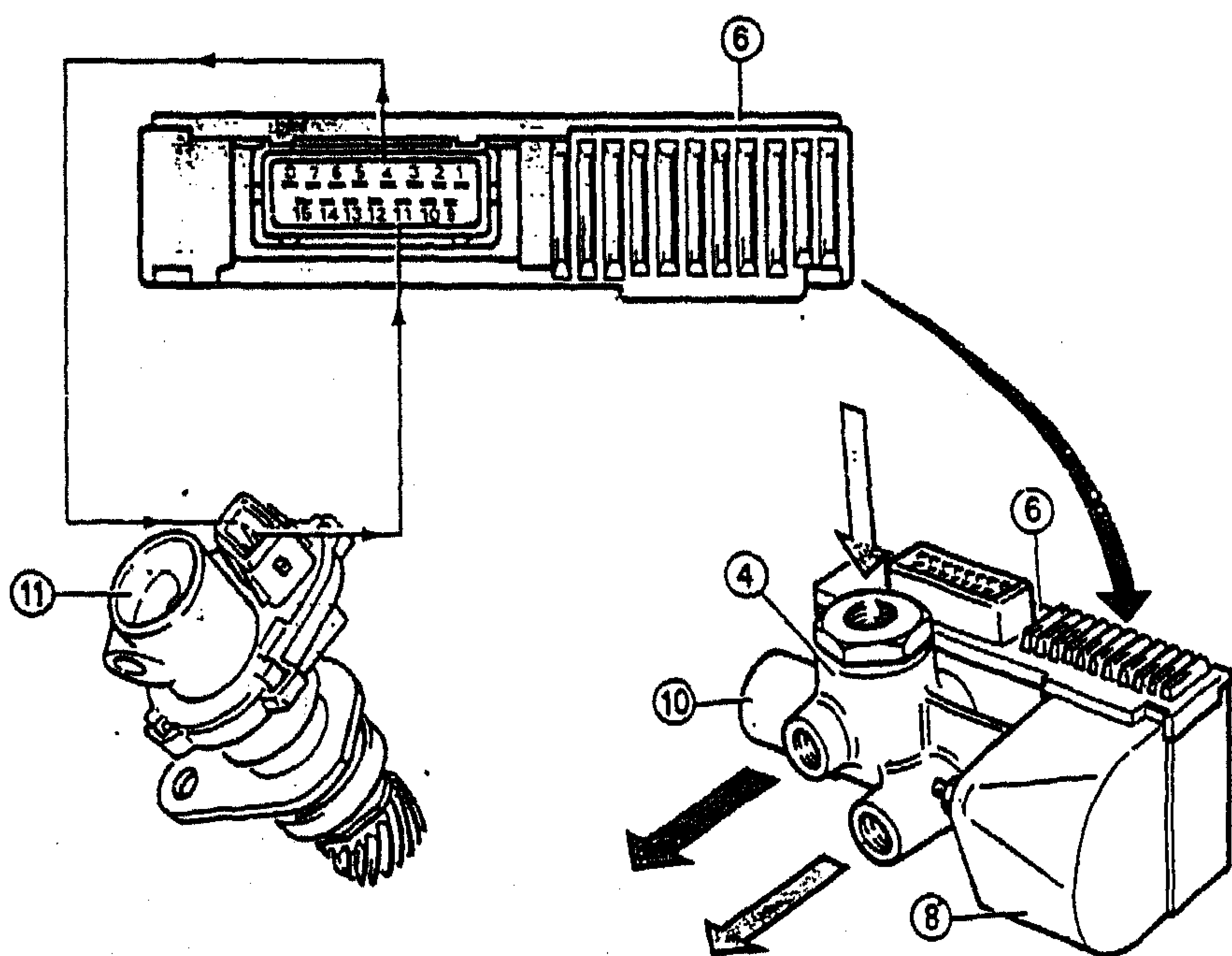
تعديل التعزيز Modulation of the booster.

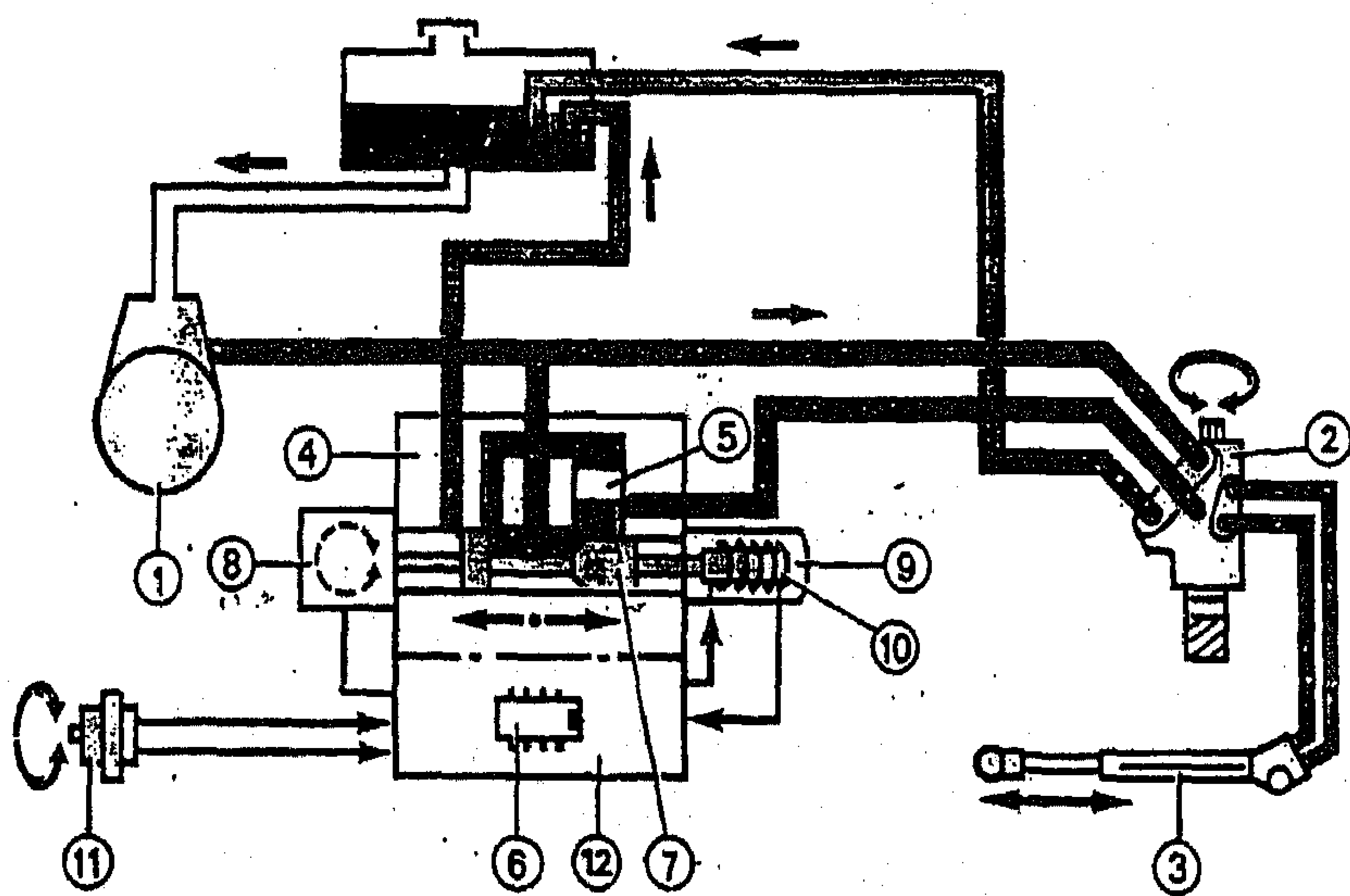
يوضح الشكل (٨) عملية التعديل فعندما يتم تشغيل النظام تقوم وحده الـــتحكم العونية (4) بتنظيم الضغط من خلال منظم السريان (5) ويتم توريد ثابت من زيـــت الدائرة الرئيسية للمرحلة الإضافية لصمام للتحكم (2) ويقوم الحاسب (6) بتعيين وضع الإبره (7) ويحركها بواسطة المحرك (8).

ويتسلم الحاسب الإشاره عن وضع الإبره (7) من خلال ملـــف كهربـــي (9) الذى يحكم فى مسار الزيت للمكبس (5) والذى يكون مع الابره وحده متكاملة .

وفى حالة وجود خلل فى المعلومات (الإشارات الكهربيـــة) الواصـــلة يـــشغل الحاسب (6) وحده التحكم العونية (4) فى وضع تباطؤ.

ويتسلم الحاسب معلومات سرعة الـــسياره عـــن طريـــق حـــساس الـــسرعة (11) والذى يعطي جهد متردد يتناسب مع السرعة. ويتم تجميع كلا من منظم السريان (5) والحاسب (6) والابره (7) والمحرك (8) والملف الكهربي (9) بـــداخل المجمـــع (12) والذى يسمي بوحده التحكم بالتخلخل . Servo control unit .





شكل (٨)

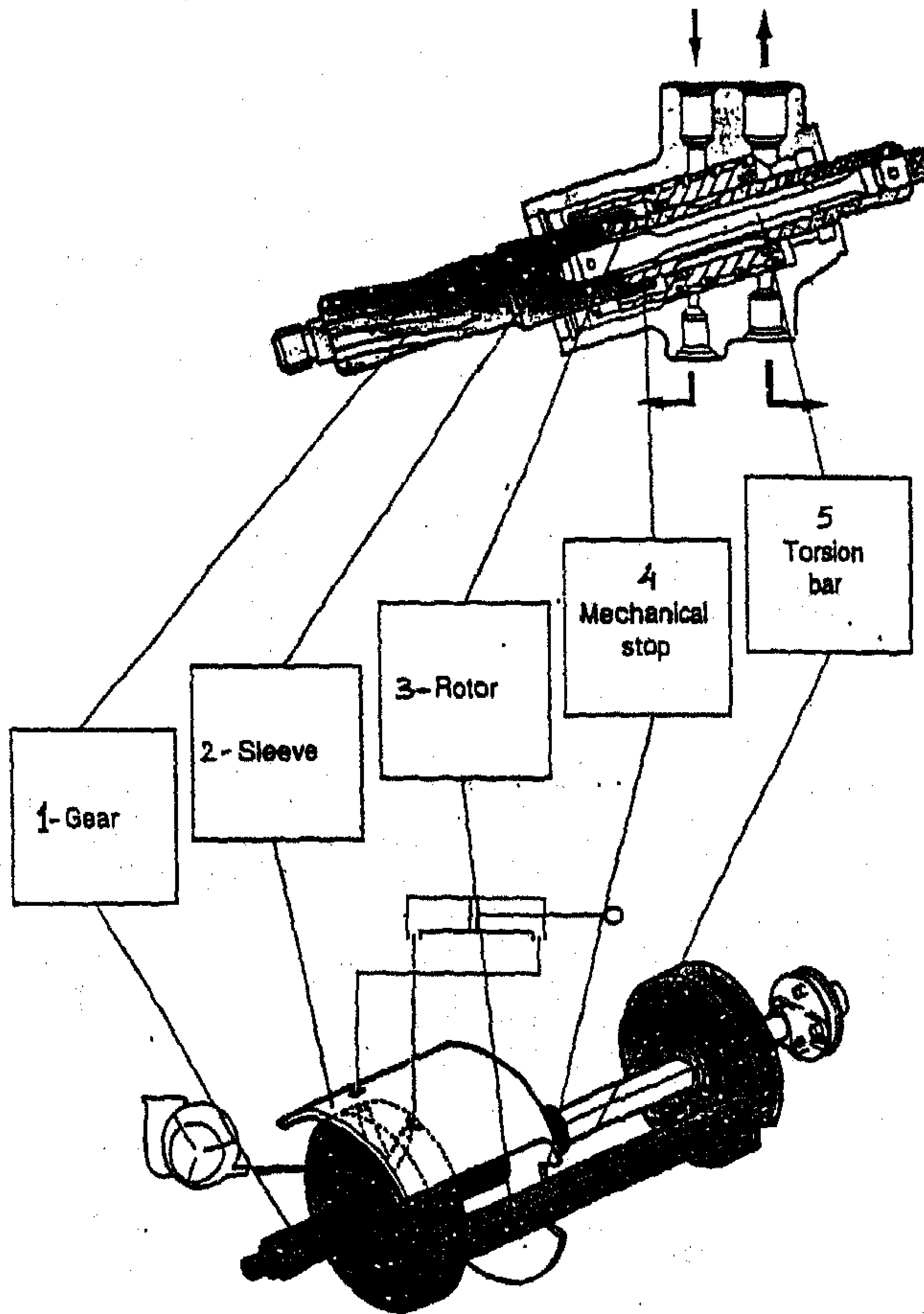
* **تركيب صمام التحكم أحادي التوريد:**

الشكل (٩) يبين تركيب الصمام حيث :

١. ترس ٢. جلبه ٣. عضو دوار

٤. شق إيقاف ميكانيكي ٥. قضيب التواء .

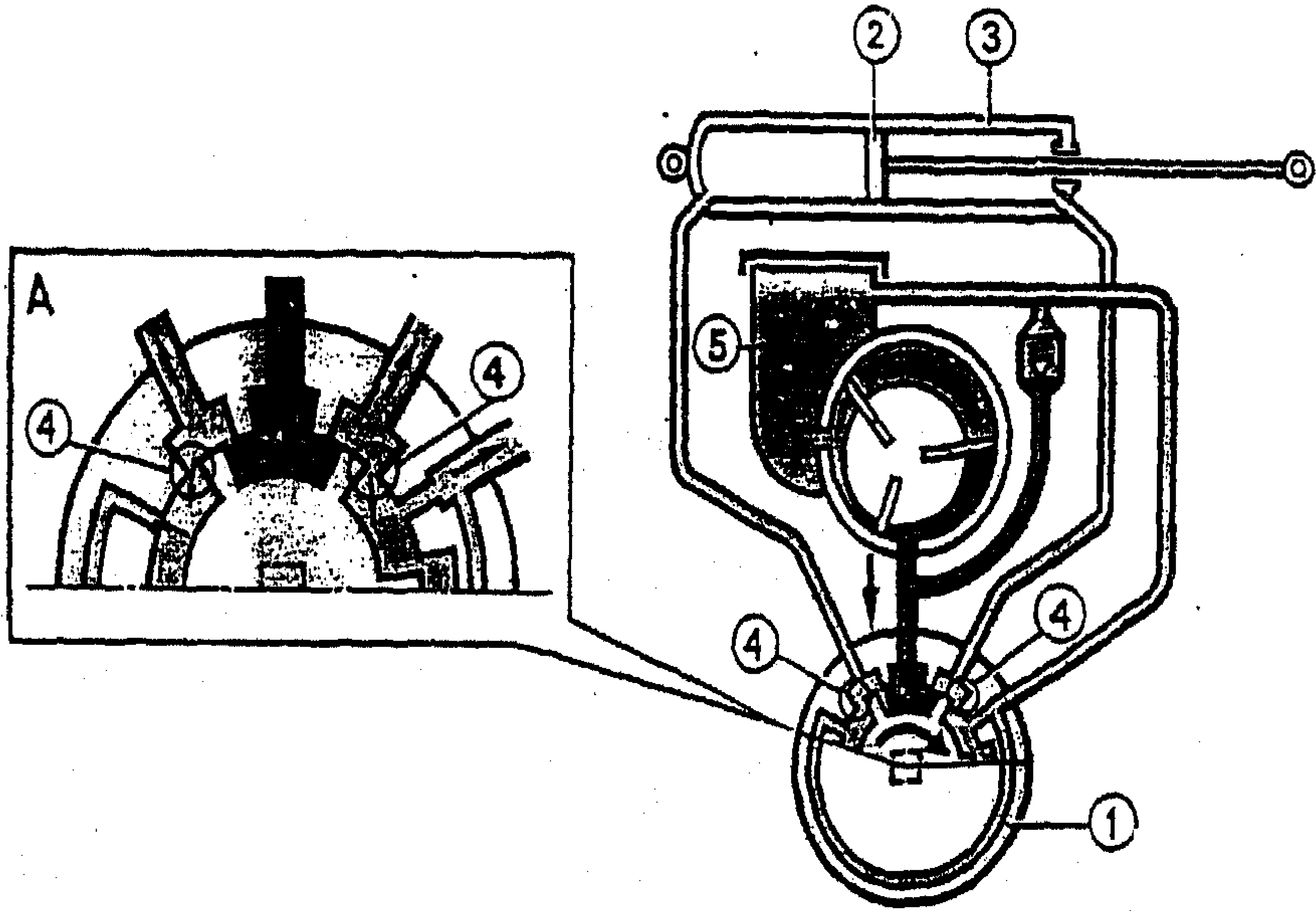
وللأمان فإنه عند إنهيار النظام الهيدروليكي فإن هذه الألية تسمح بإتصال وتماس العضو الدوار مع الجلبة بعد توجيه العجلات برفق بزاوية نحو 5.5° وتبعا لذلك نحصل على اتصال ميكانيكي بين عجلة القيادة والجريده المسننه.



شكل (٩)

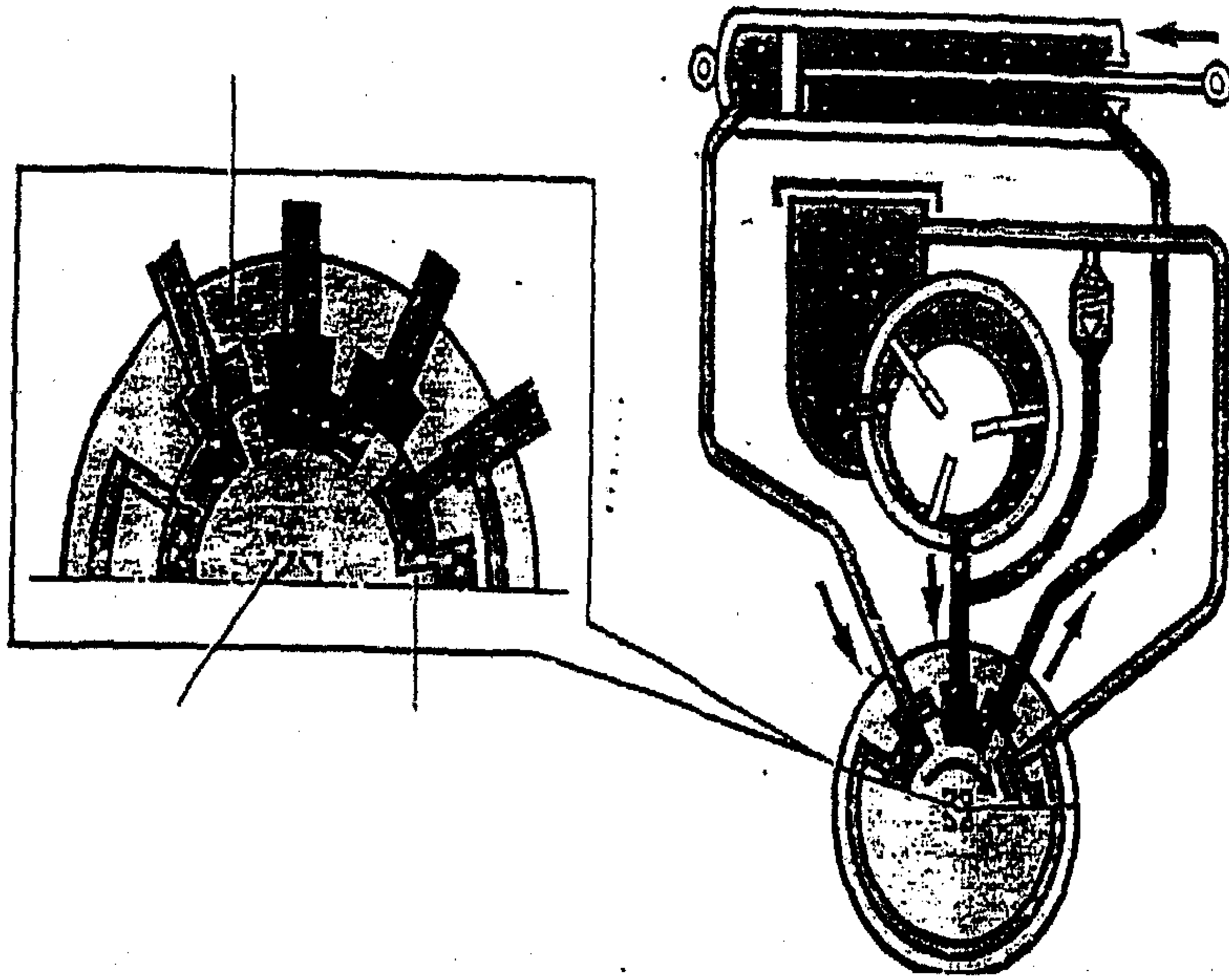
* طريقة عمل صمام التحكم أحادي التوريد :

الشكل (١٠) يوضح الوضع عندما تكون العجلات فى الوضع المستقيم حيث يمد ويوزع الصمام (1) سريان الزيت ذو الضغط العالى المسلم من المضخة على كل من جانبي المكبس (2) فى الاسطوانة (3) . ولكن الزيت يسري عائداً إلى الخزان من خلال المسار (4) المفتوح عند الوضع المستقيم (الشكل A) وبالتالى لا يكون هناك تعزيز ويظل مكبس الاسطوانة ثابتاً.



شكل (٦)

أما عند إدارة العجلات بقدر كاف فإن عمود الإداره ينحني ويتحرك العضو الدوار داخل الجلبة فيتم توصيل الضغط العالى للزيت إلى أحد جانبي الإسطوانة بينما يتصل الجانب الأخر مع خط الراجع إلى الخزان والشكل السفلى (١١) يبين مسار ضغط الزيت على جانب المكبس ومسار العوده إلى الخزان على الجانب الآخر .



شكل (١١)

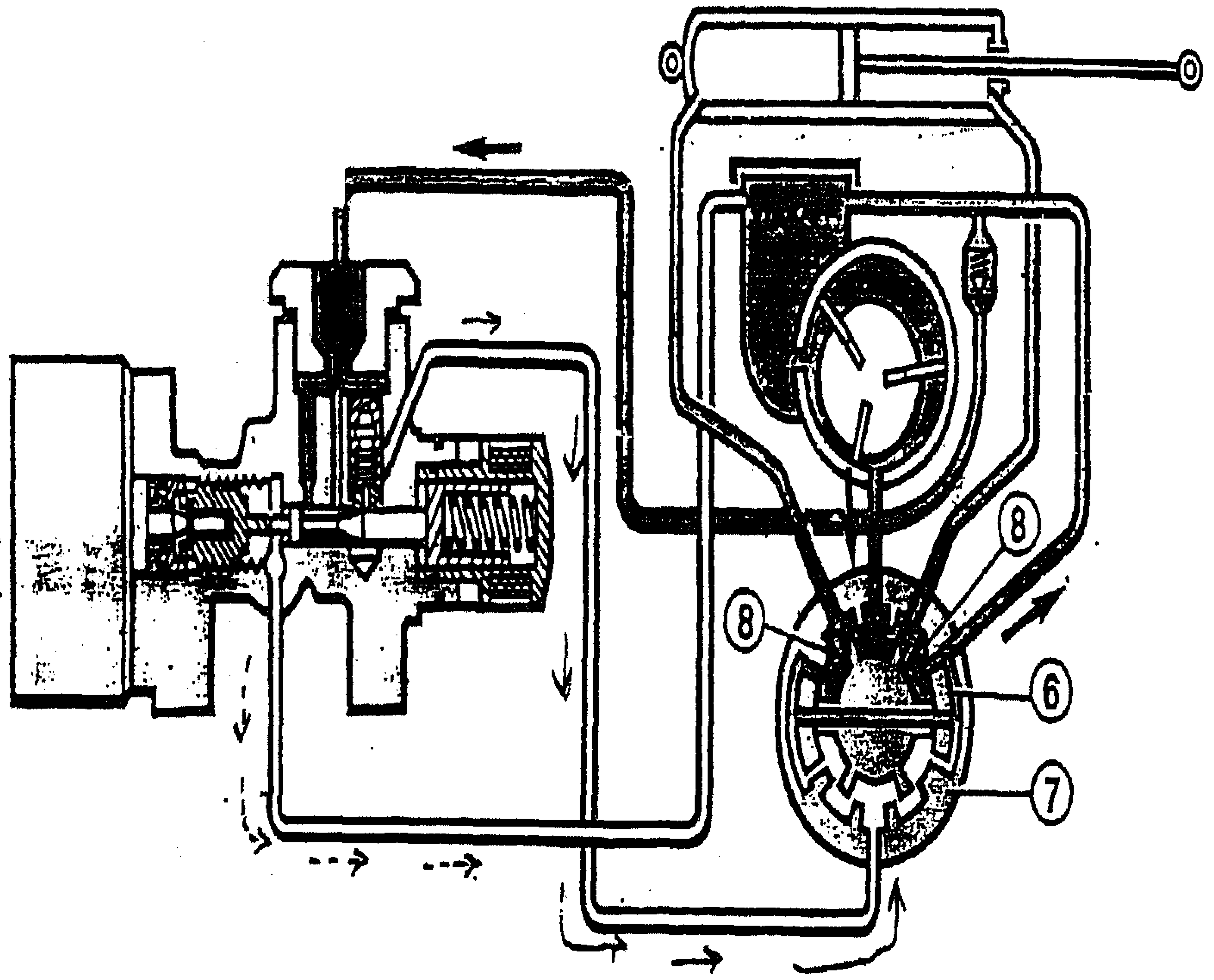
* طريقة عمل صمام التحكم ثنائي التوريد:

يؤمن هذا الصمام تعديل وتوزيع الضغط فى الدائرة الرئيسية كعلاقة مع سرعة السياره والمجهود المبذول على عجلة القيادة .

ويتركب من صمام توريد إحادي (6) والذى يستقبل المرحلة الإضافية للتنظيم (7) التى يتم التحكم بها بواسطة وحده التحكم بالتخلخل كما فى الشكل (١٢).

وعندما تكون العجلات فى الوضع المستقيم :

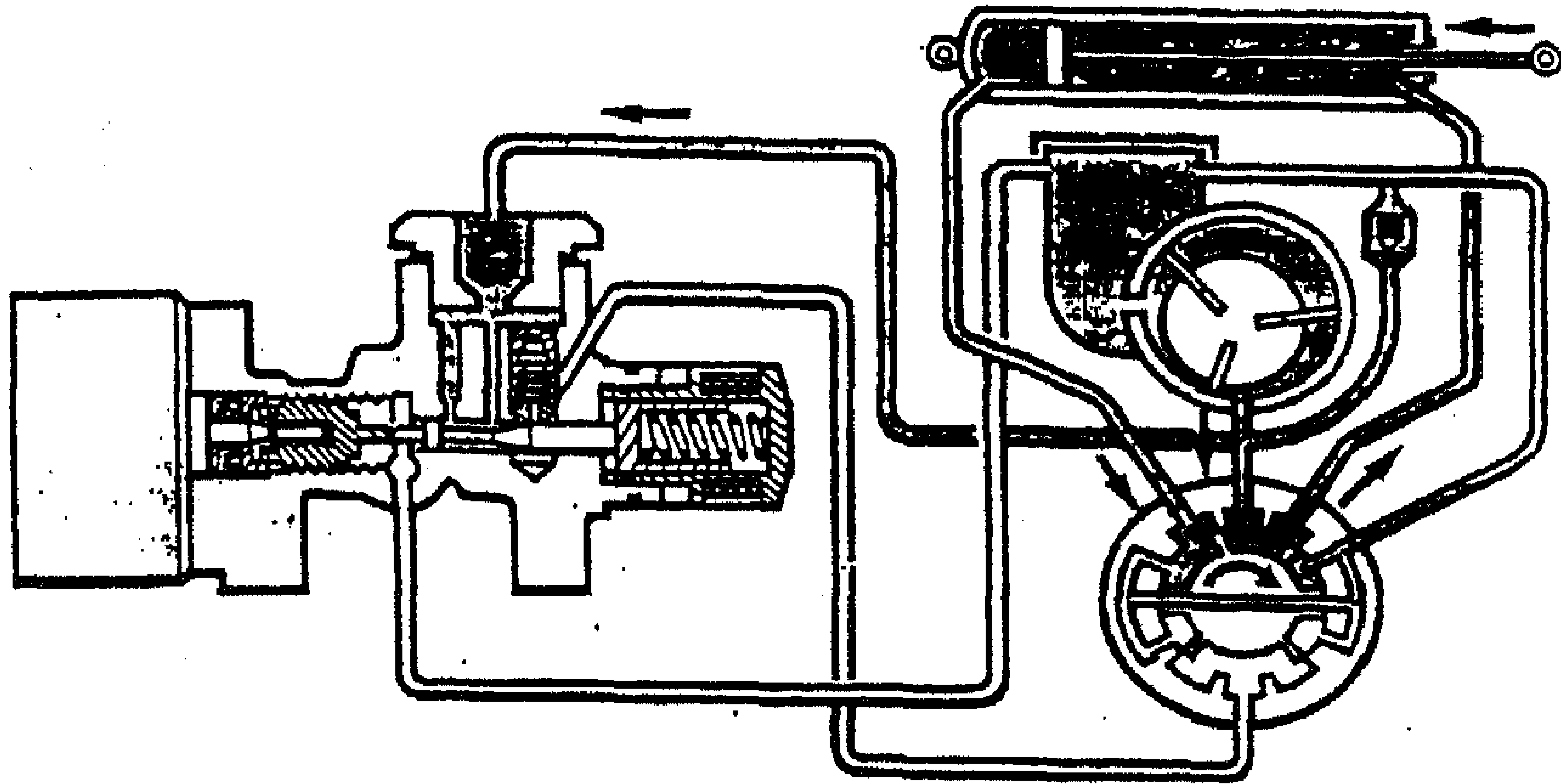
الشكل (١٢) يبين الوضع عند استقامه العجلات حيث يكون العضو الدوار فى وضع متعادل ويتم عوده الزيت إلى الخزان من خلال المسار (8) كما فى صمام التحكم الأحادي والمسار (4). شكل (١٠) ولا يوجد تعزيز فى هذا الوضع ويظل مكبس الاسطوانة ثابتا.



شكل (١٢)

*** عندما يتم توجيه العجلات :**

عند إدارة العجلات يجهد كاف فإن عمود الإدارة ينحني ويتحرك العضو الدوار داخل الجلبة فيتم توصيل الضغط العالى إلى أحد جانبي الاسطوانه بينما يتصل الجانب الآخر مع خط الراجع إلى الخزان والشكل (١٣) يبين مسار ضغط الزيت على جانبى المكبس ومسار العوده إلى الخزان على الجانب الآخر.

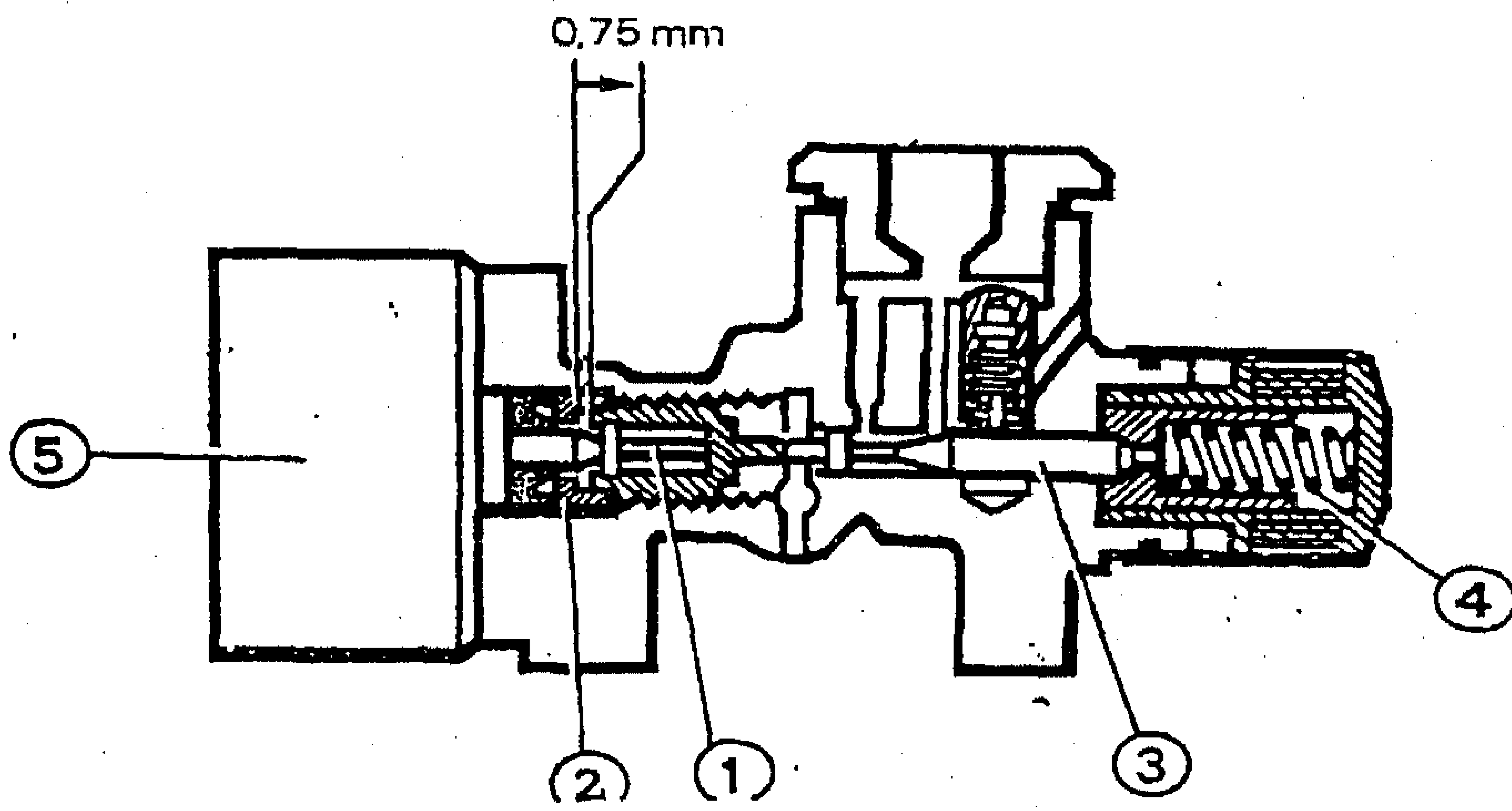


شكل (١٣-٦)

* تنشيط عمل وحده التحكم بالتخلخل:

- إبره محرك الخطوه :

تبدأ وحده التحكم بالسيرفو فى معايره وضعها بمجرد فتح كونتاكت الإشـــعال. حيث يضع المحرك الكهربي (5) المكبس (١) قرب الحد الأقصي لإيقـــاف التعزيـــز (مسافة تحرك 0.75 ملليميتر) ويكون الكبس (١) ملامسا لمصد الإيقاف (2) وتظـــل الأبره (3) مدفوعه دائما تجاه المكبس (١) بواسطة الياي (4) الشكل (١٤)



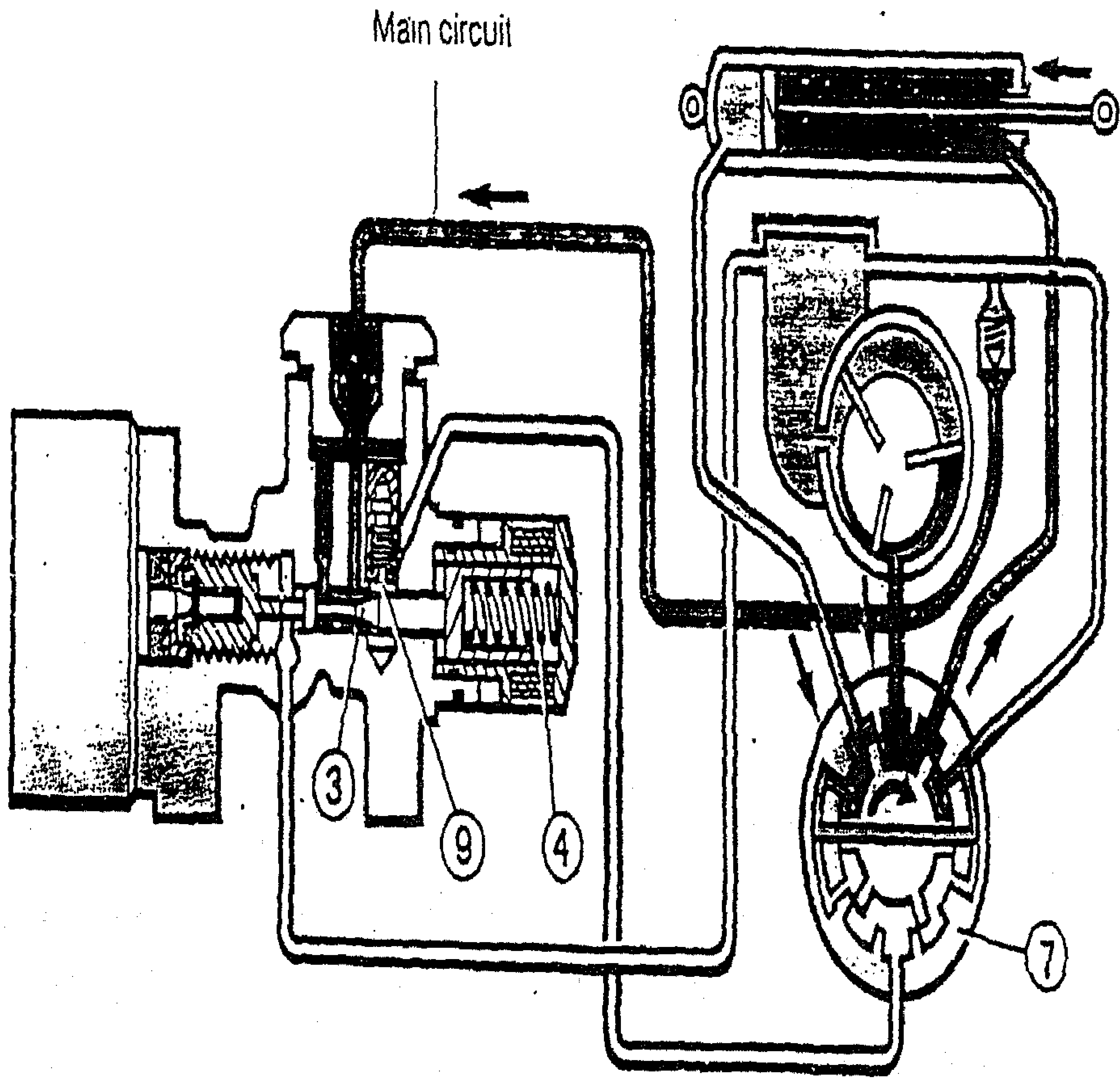
شكل (١٤-٦)

وعند عدم وجود أى تغير فى المسافة المذكور (0.75mm) يقوم الحاسب بوضع المحرك عند وضع عدم التشغيل أو مرحلة الصفر (zero stage) وذلك عند عدم تحرك عجلة القيادة إلى اليمين أو إلى اليسار وفى هذا الوضع لا تتجه أى كمية من الزيت من وحده التحكم إلى صمام والتحكم فى حالة حدوث اى عطل فى النظام يشعر به الحاسب فإنه يعدل وضع المؤازره إلى وضع أقل قيمة للمؤازره لمدة بين 20 إلى 40 ثانية وبعد إصلاح العطل يمكن العوده للوضع الطبيعي للمعايره بإغلاق مفتاح الاشعال ثم إعاده تشغيله .

*** المستويات المختلفة للمؤازره:**

*** الحد الأقصى للمؤازره : Maximum boosting**

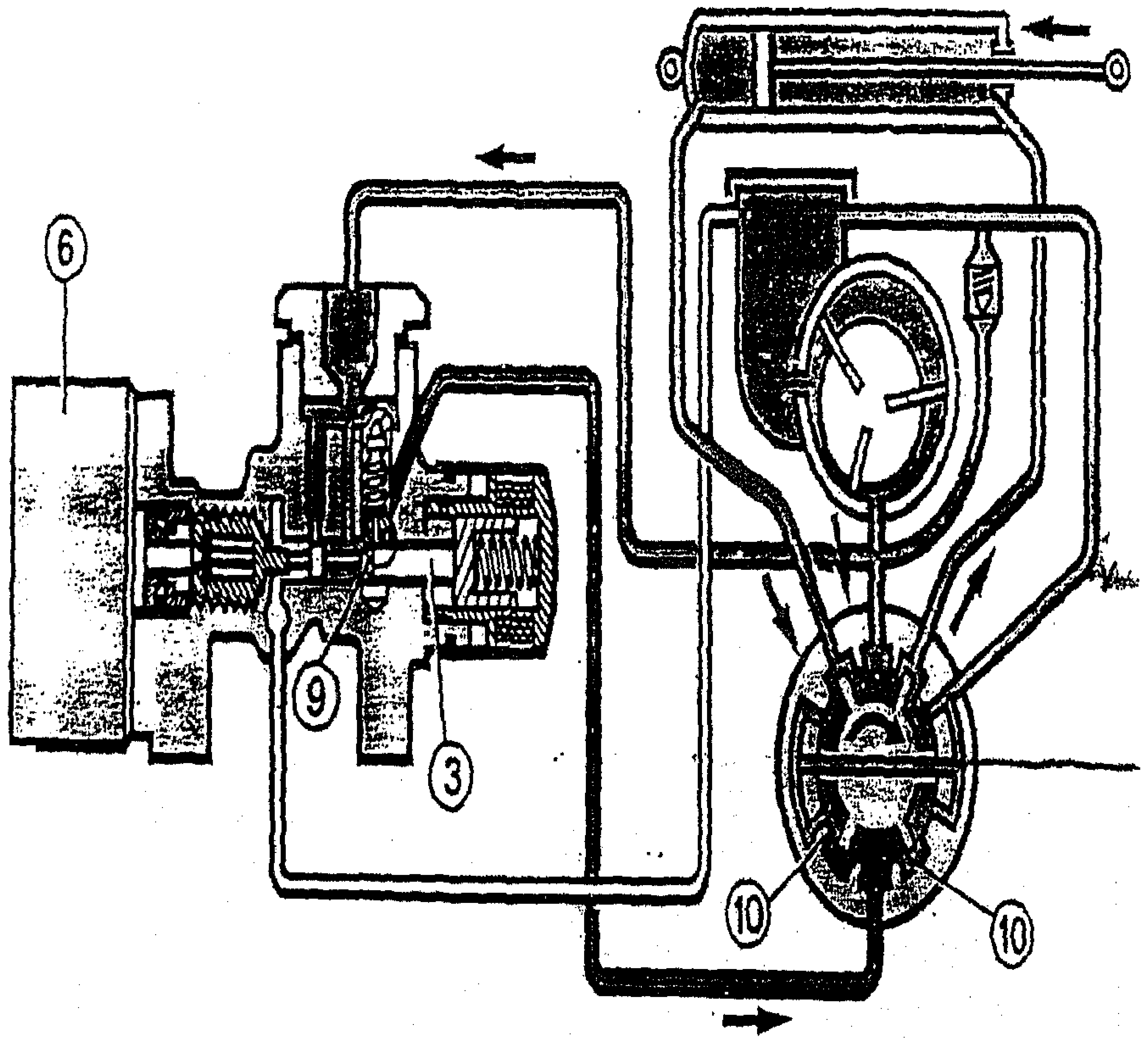
عند إدارة عجلات السياره وسرعة السياره أقل من 25 كيلو متر / ساعة فإن الوحده لا تشغل المحرك الكهربي وتغلق الابره (3) المحمله بالياي (4) مجري الخروج (9) وعلى ذلك فإن المرحله الثانية للتحكم (7) لا يصل إليها اى زيت مضغوط أى لا يعمل الصمام ويصل الضغط الهيدروليكي فى الدائره الرئيسية Main circuit إلى الحد الأقصى ويعمل صمام التحكم بنفس الطريقة السابق شرحها ويتحرك مكبس الاسطوانة ويعزز عمليه التوجيه الشكل (١٥).



شكل (١٥)

* تخفيض المؤازره:

عند إداره عجلات السياره وسرعة السياره بين (60 – 25) كيلو متر / ساعة كما في الشكل (١٦-٦) ففى هذا الوضع تتحرك الأبره (3) بواسطة المحرك الكهربي (6) إلى اليمين وتسمح بمرور الزيت المضغوط إلى صمام التحكم ثنائي التوريد (7) وينخفض ضغط الزيت فى الدائرة الرئيسية ويقل مستوي المؤازره .



شكل (١٦)

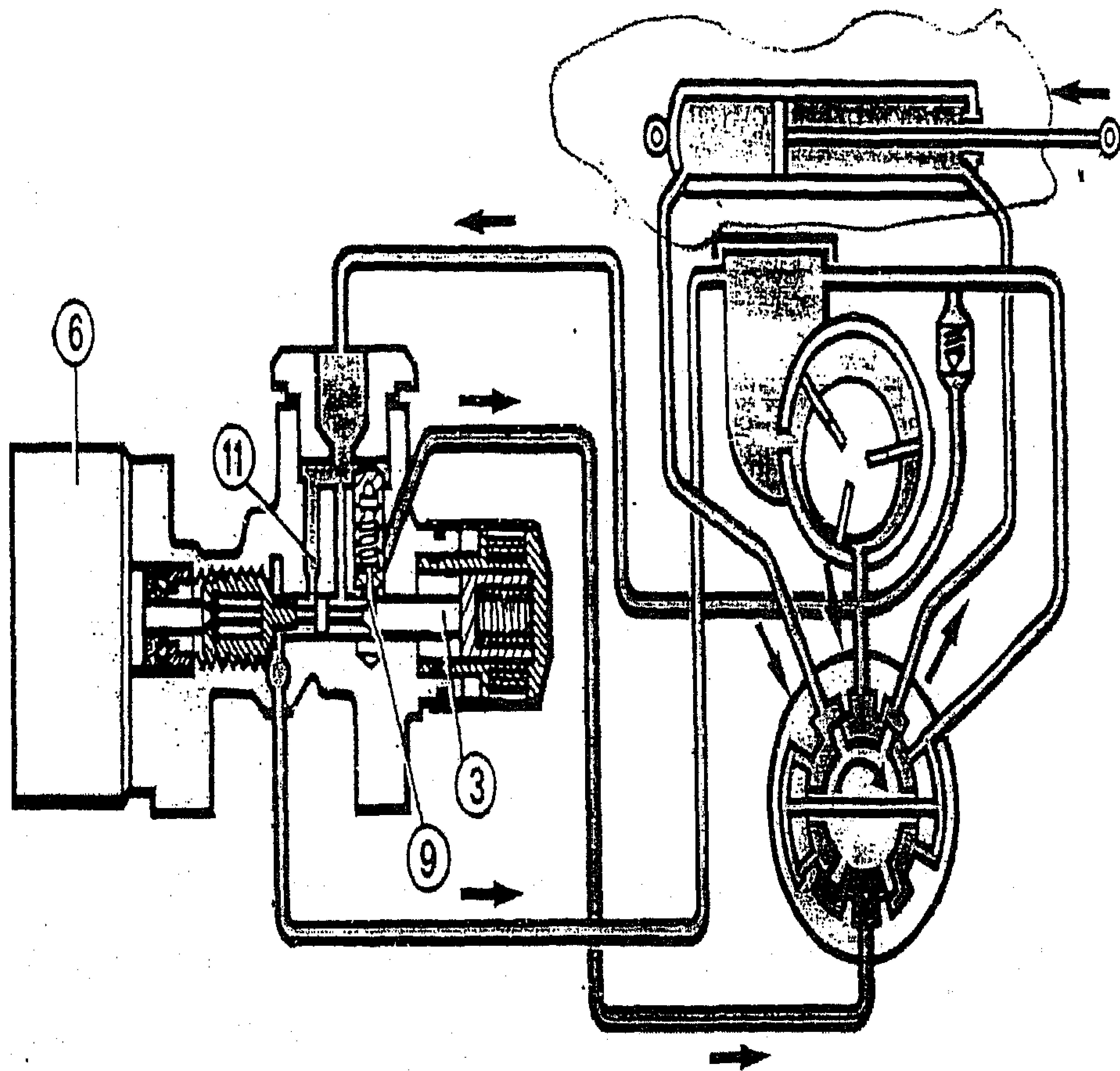
وعند إدارة عجلات السياره وسرعة السياره بين (120 - 60) كيلــو متــر م ساعة فى هذا الوضع تتحرك الابره (3) بخفه أكثر إلى وتزداد مساحة مرور الزيــت إلى صمام التحكم ويزداد انخفاض الضغط فى الدائره الرئيسية.

* الحد الأدني للمؤازره : minimum Steering boosting

عند إداره العجلات وسرعة السياره أعلى من (125) كيلو متر / ساعة ففــى هذا الوضع الموضح بالشكل (١٧) يصل مشوار حركة الابره إلى نحو 8.5 ملليميتــر ويكون المخرج (9) مفتوحاً بالكامل كذلك يفتح مسار الفتحــة المعــايره (11) إلــى

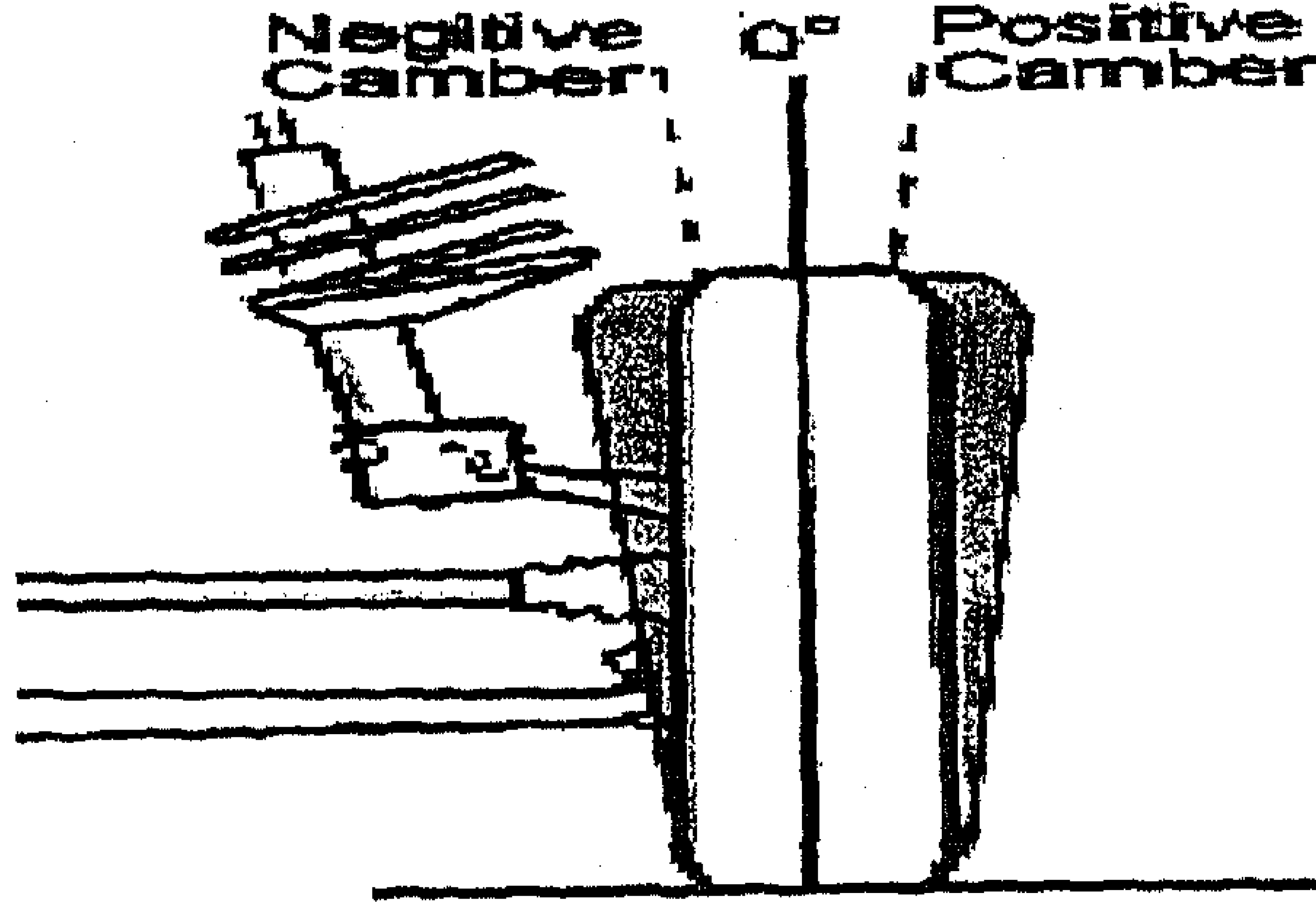
ماسوره الراجع إلى الخزان وينخفض الضغط انخفاضاً كبيراً يؤدي إلى تقليل المؤازره إلى الحد الأدني .

ومما سبق نجد أنه يجب تقليل قوه المؤازره كلما زادت السرعة .



شكل (١٧)

زوايا العجل

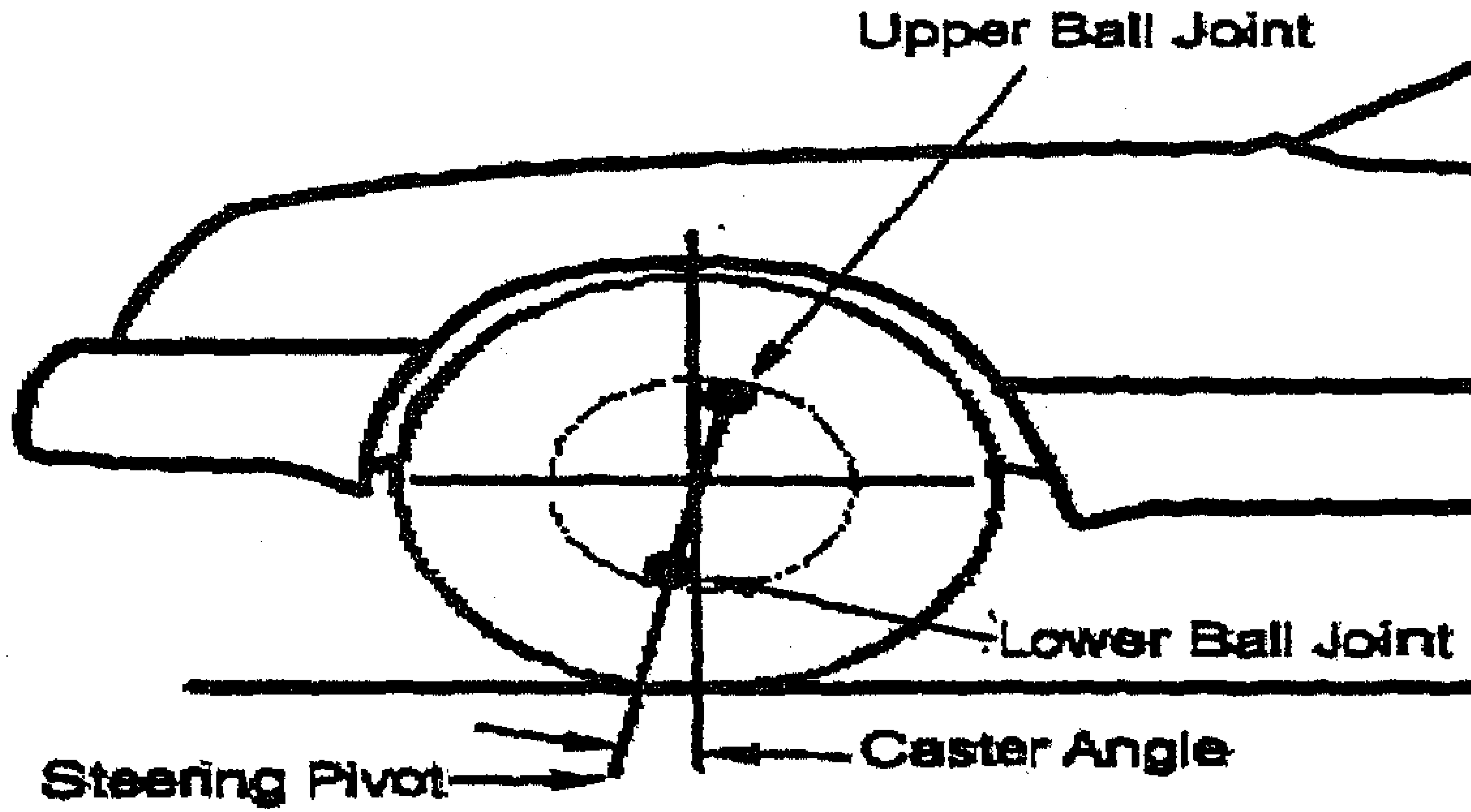


إن إصطلاح زوايا العجلات يعني تلك الزوايا التى لهـا علاقـة بـالعجلات الأمامية للسيارة وتؤثر زوايا المحور الأمامي تأثيراً مباشراً على سهولة القيادة وثباتها فى يد السائق كما أن لها تأثير كبيراً على مقدار تآكل أطارات العجلات الأمامية لذلك فإنه من الضروري مراعاة المحافظة على ضبطها لتجنب حدوث التآكل غير العـادي فى الأطارات والحصول على قيادة سهولة ومريحة.

أنواع زوايا العجل

- زاوية التتبع CASTER ANGLE
- زاوية ميل العجلة CAMBR ANGLE
- زاوية زر المفصلة KINGPIN ANGLE
- زاوية التقاطع INTERSECTION ANGLE
- لم وانفراج المقدمة TOE IN – TOE OUT

زاوية التتبع : Caster



هى الزاوية المحصورة بين الخط الرأسي المار بمركز العجلة وامتداد محور بنز المفصلة .

خاصية التتبع :

هى خاصية تنشا عند دوران العجلة حول مركز أخر غير مركز دورانها .

حدود زاوية الكاستر :

تكون حدود هذه الزاوية من ٢° – ٥° فى بعض أنواع السيارات وقد تصل إلى ٨° فى بعض أنواع السيارات الحديثة.

تأثير زاوية الكاستر :

عند السير فى خط مستقيم فإن السيارة تميل إلى الاتجاه نحو زاوية الكاستر الأقل .

فائدة زاوية الكاستر :

هى الاستفادة من خاصية التتبع التى تنشأ من استخدام مركز دوران أخر غير مركز دوران العجلة تتحرك حوله العجلة مثل العجلة المستخدمة فى بعض الأثاث شكل (٢) وأيضا للحصول على الاستقامة الذاتية أثناء السير فى الطريق كما أنها تساعد على اتزان القيادة .

زاوية الكاستر الموجبة Positive Caster

وتحدث عندما يتقابل محور بنز المفصلة ومحور الطريق فى نقطة متقدمة عن نقطة تلامس الخط المار بمنتصف العجلة مع الطريق شكل (٣).

مميزات الكاستر الموجبه:

تعطي الزاوية الموجبة أحسن استقامه عند السير فى طريق مستقيم .

والعيب :

الزاوية الموجبة تسبب انتقال الصدمات مباشرة إلى روادع الصدمات ومنها إلى السياره شكل (٤) .

زاوية الكاستر السالبة :

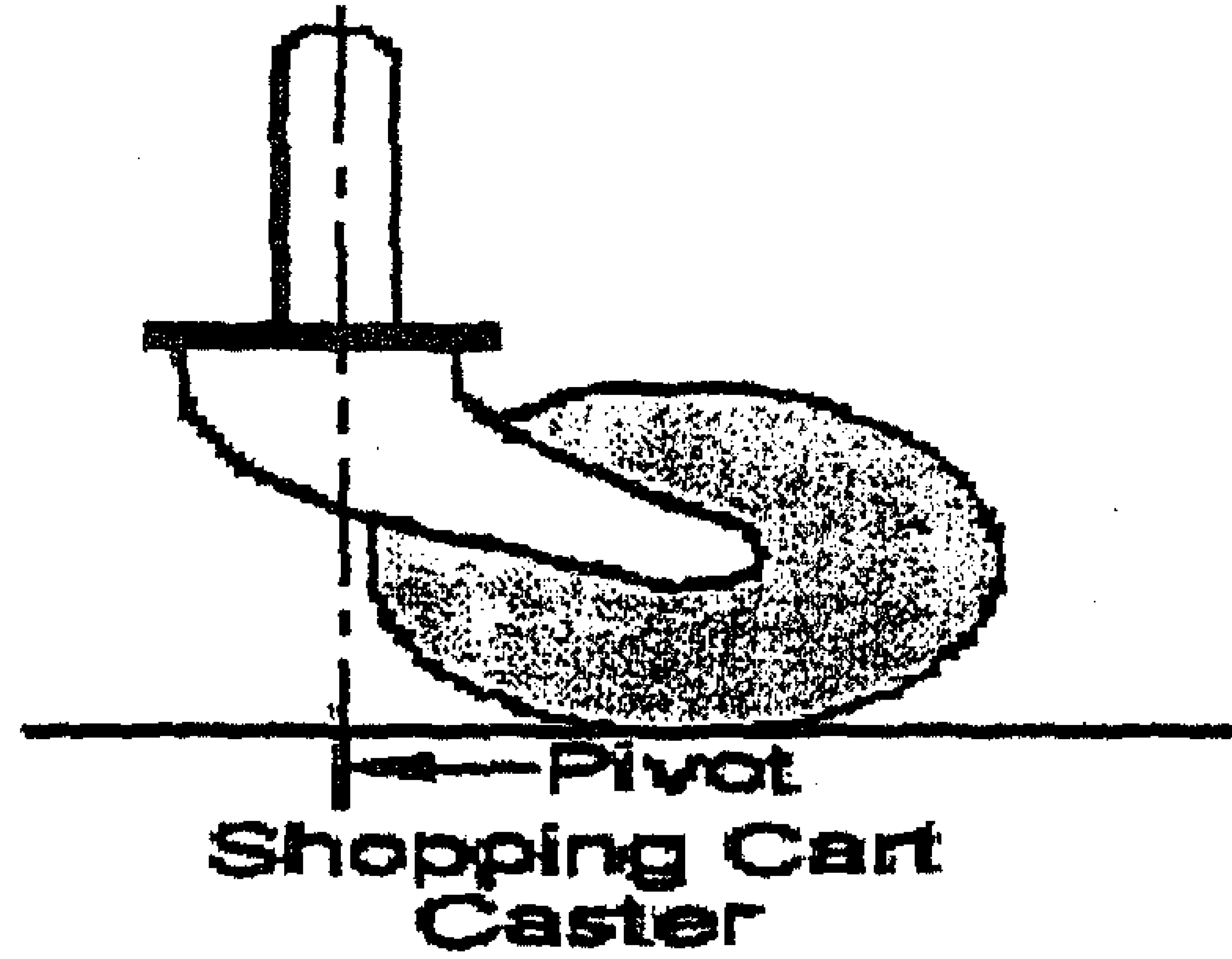
وهو عندما يتقابل امتداد محور العجلة فى نقطة متأخرة عن المحور الرأسي للعجلة على الطريق شكل (٥، ٦).

مميزات الكامبر السالبة :

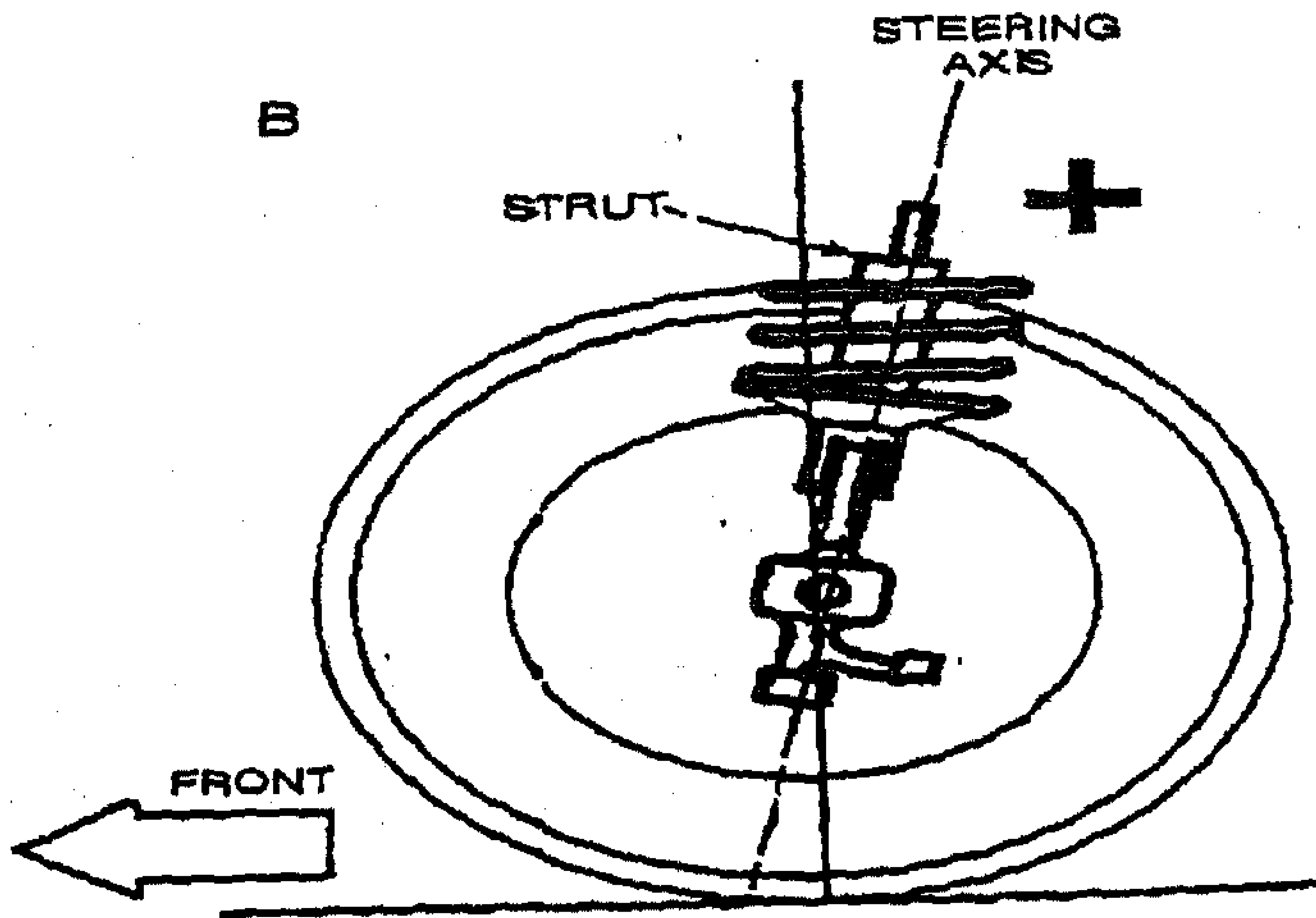
وفى هذه الحالة يتعرض العجل أولا إلى الصدمة لأن امتداد محور العجلة متقدما عن امتداد محور المفصلة وبذلك تمتص العجلة جزء من الصدمة قبل أن تصل إلى باقي أجهزة التعليق مما يسبب سهولة فى التوجيه والقيادة عند المطبات شكل (٧).

ملاحظة :

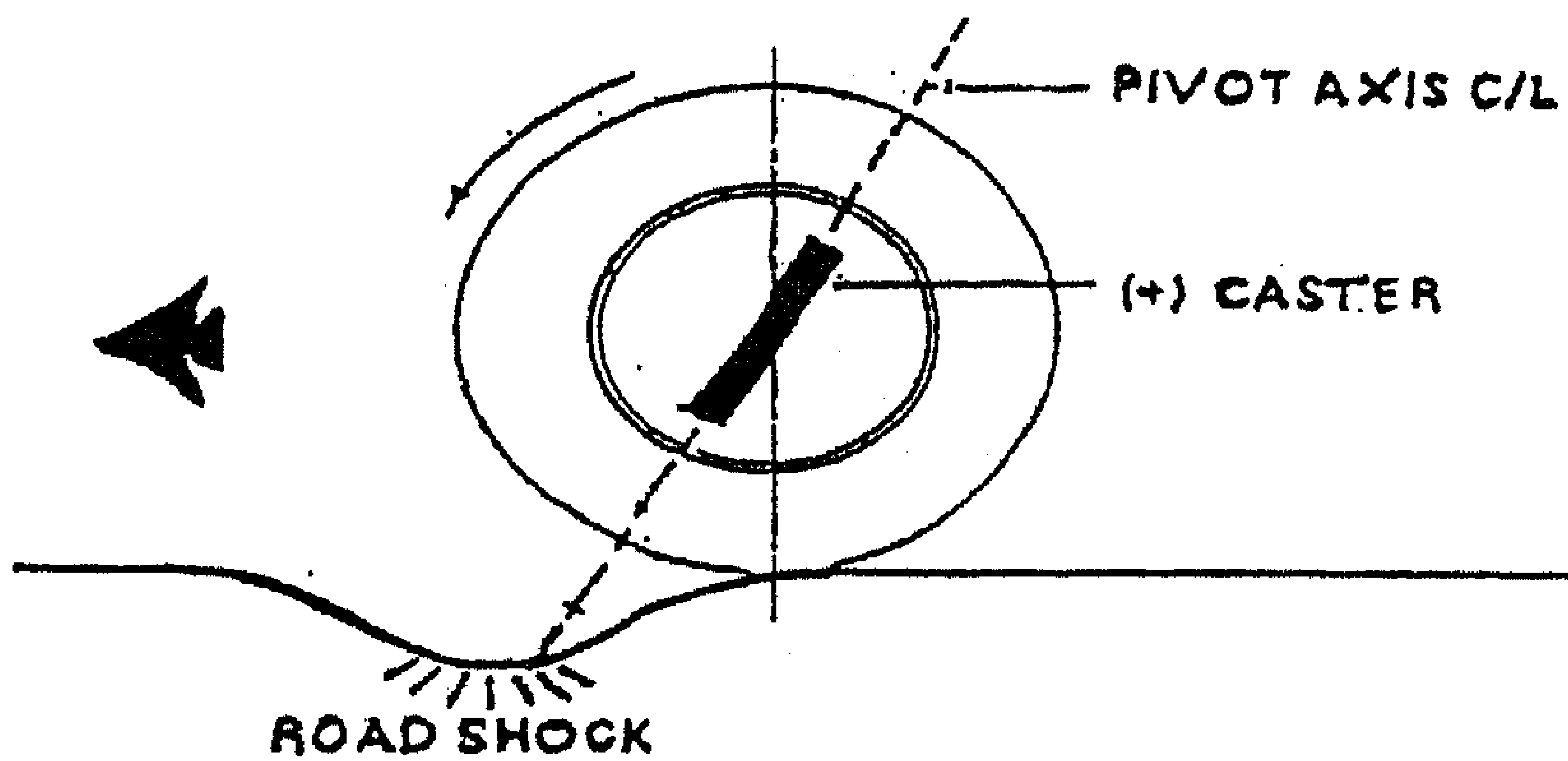
يؤدي إختلاف قيمة زاوية الكاستر فى كل من العجلتين بسبب وجود تآكـل أو انحناء فى المحور الامامي أو الوصلات إلى انحراف السيارة ناحية الزاوية الأصغر .



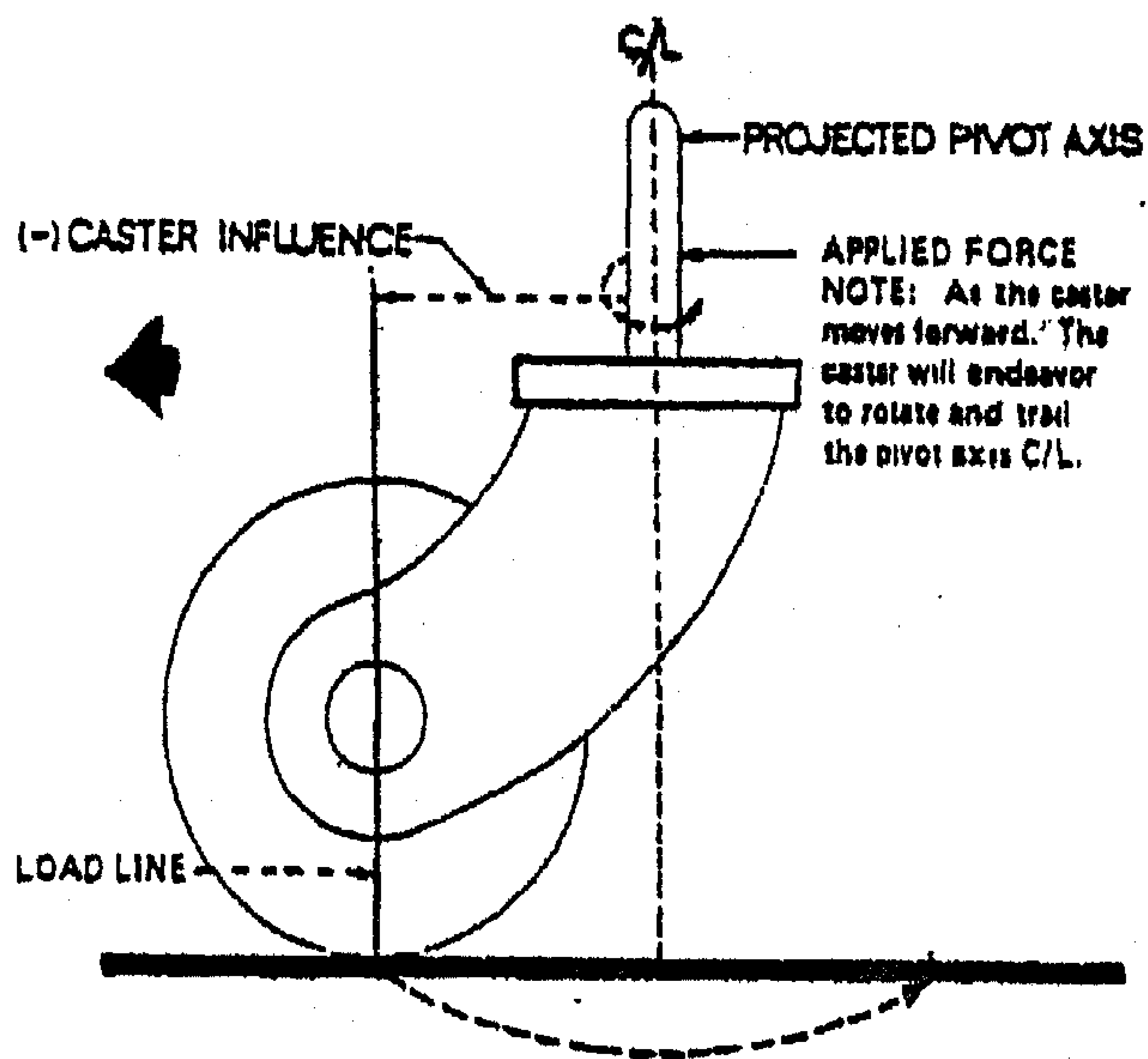
شكل (٢)



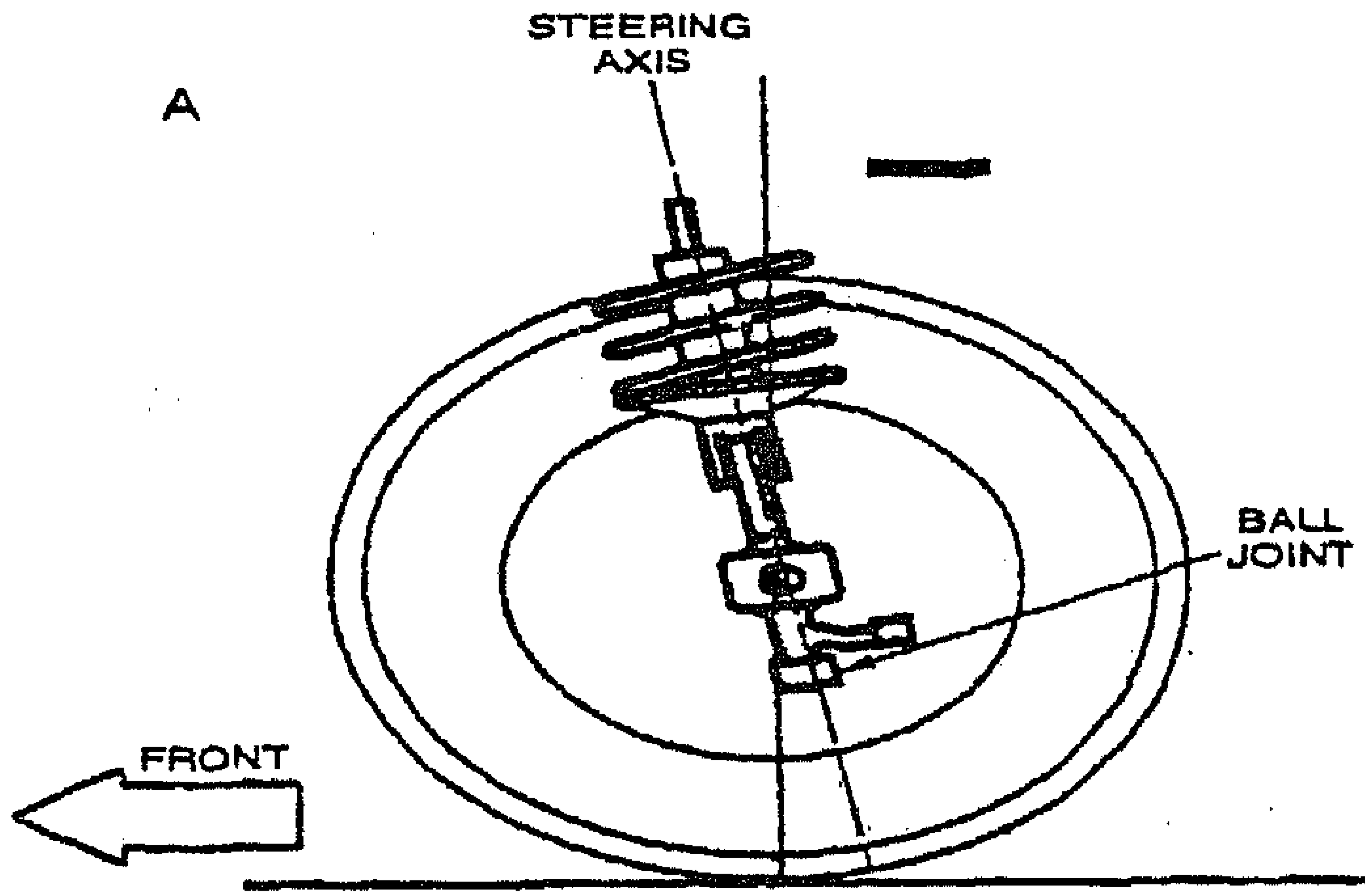
شكل (٣)


PIVOT AXIS C/L
(+) CASTER
ROAD SHOCK

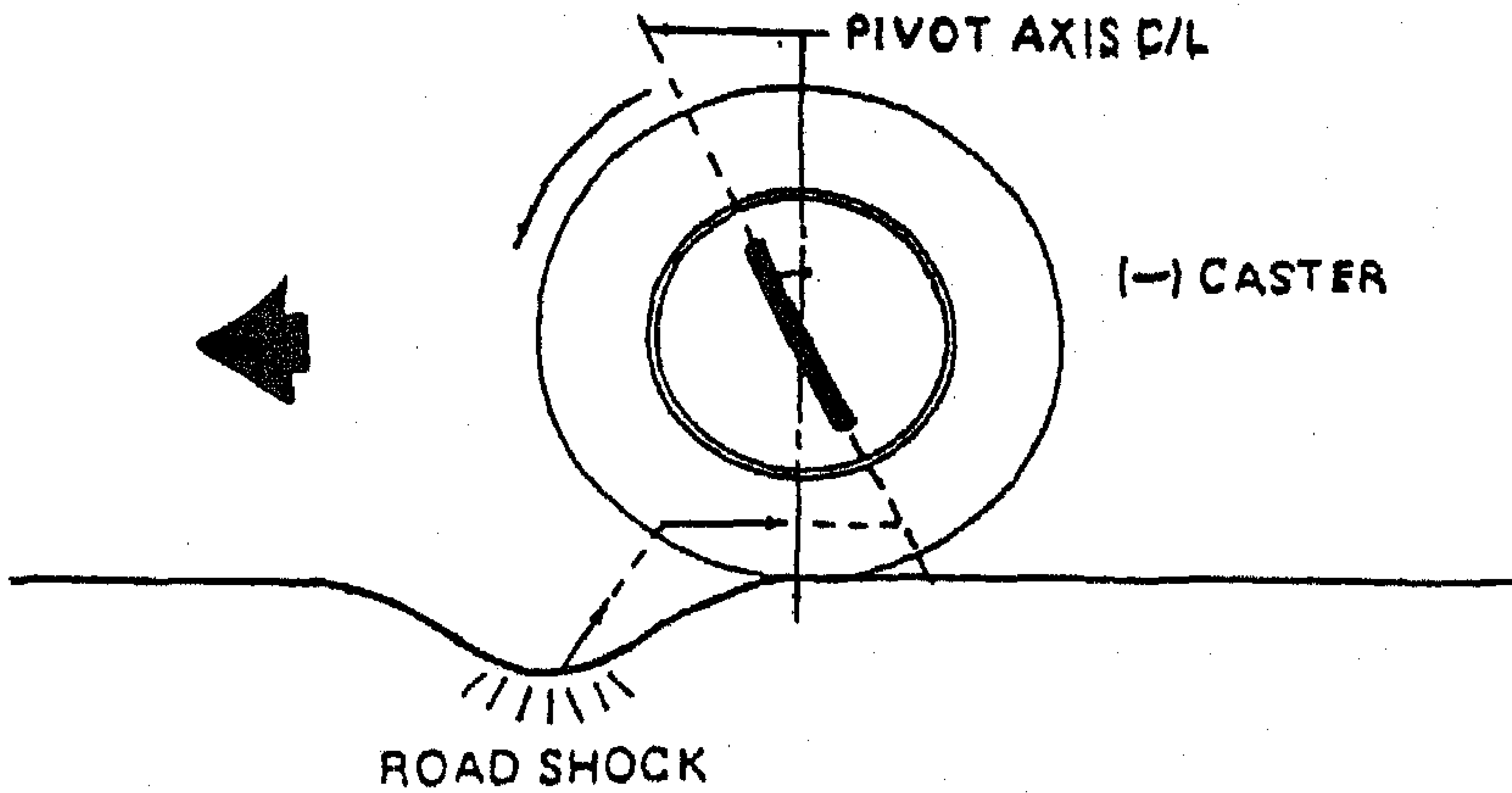
شكل (٤)


C/L
PROJECTED PIVOT AXIS
(-) CASTER INFLUENCE
APPLIED FORCE
NOTE: As the caster moves forward. The caster will endeavor to rotate and trail the pivot axis C/L.
LOAD LINE

شكل (٥)



شكل (٦)



شكل (٧)

زاوية ميل العجلة (الكامبر):

هى الزاوية المحصورة بين الخط الرأسي والخط المار بمحور العجلة عند النظر إليها من مقدمة السيارة شكل (٨، ٩) .

حدود زاوية الكامبر :

تكون حدود هذه الزاوية من ١ إلى ١/٤° وفى بعض السيارت الحديثـة يـتم ضبطها بحيث تساوي صفر . يوجد حالتان لهذه الزاوية أما أن تكون موجبة أو تكون سالبة.

زاوية الكامبر الموجبة Positive camber

إذا كانت العجلة تميل من أعلى للخارج تكون زاوية موجبة شكل (٨).

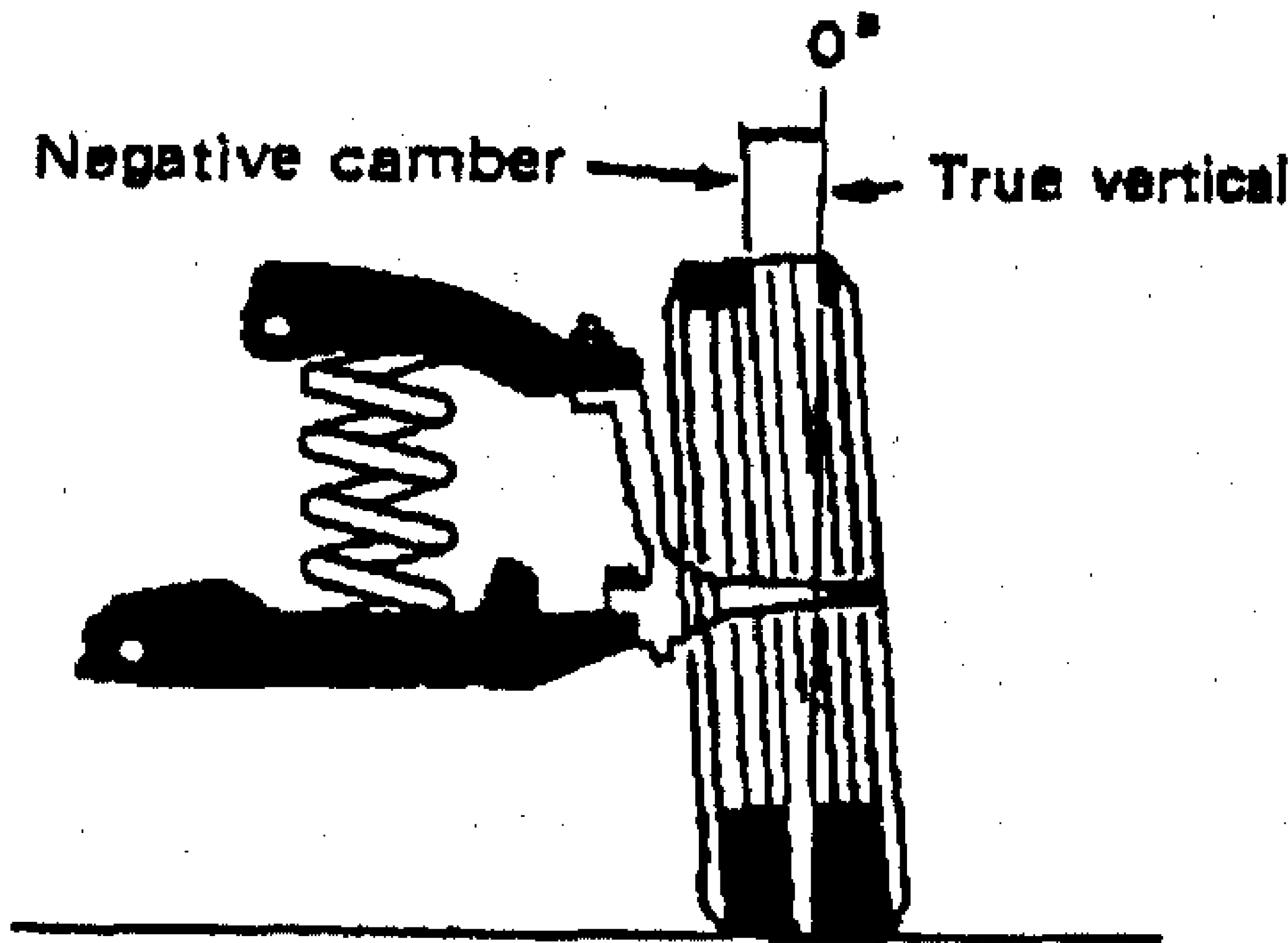
زاوية الكامبر السالبة: Negative camber

إذا كانت العجلة تميل من أعلى للداخل تكون زاوية سالبة شكل (٩).

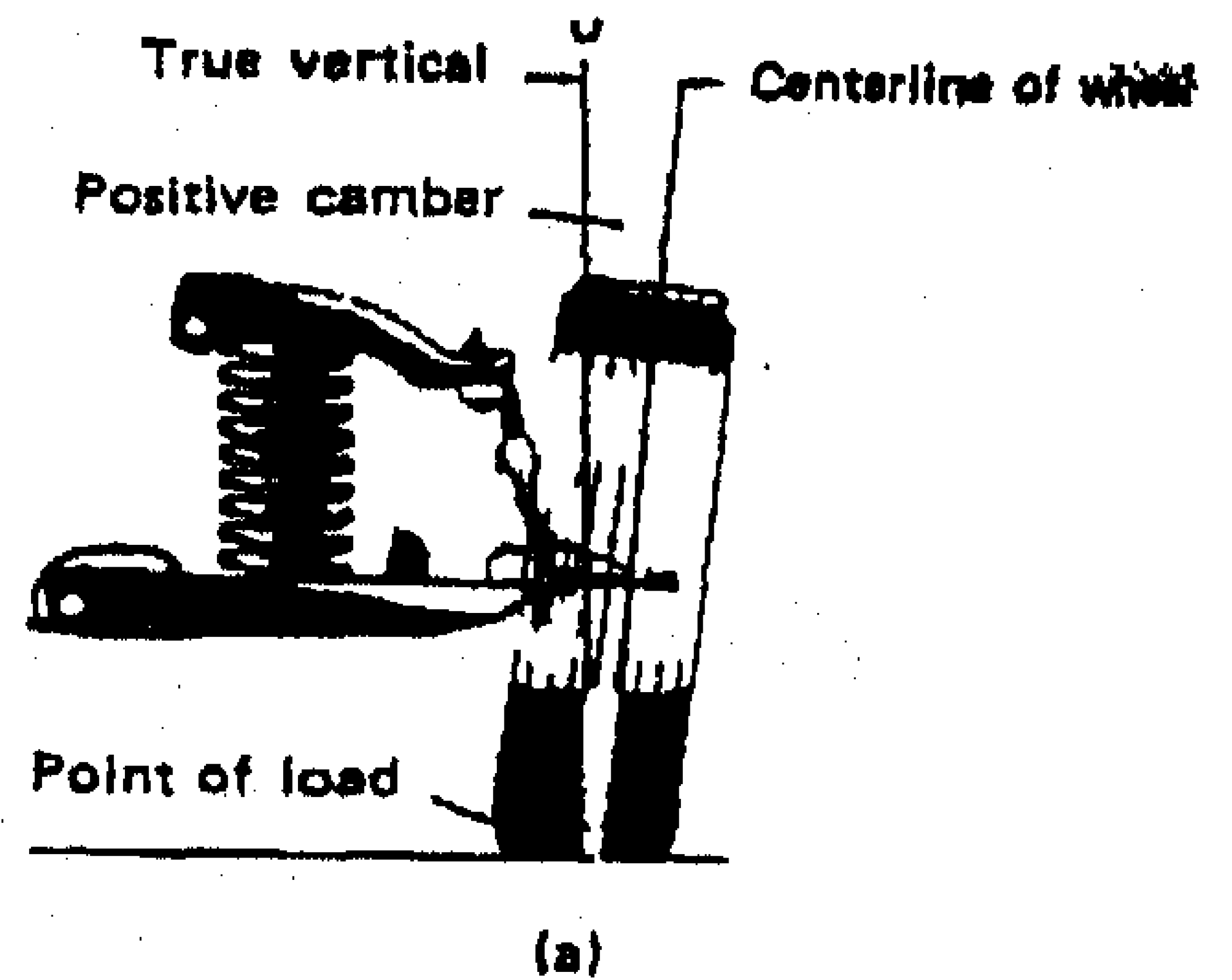
فائدة زاوية الكامبر :

أ. هو إعطاء ميلاً خفيفاً إلى الخارج أو إلى الداخل حسب تصميم السيارة حتى إذا حدثت عملية تحميل فى السيارة تصبح العجلة على الطريق فى الوضع الراسي أى تكون زاوية الكامبر مساوية للصفر ولا يكون هناك ميل .

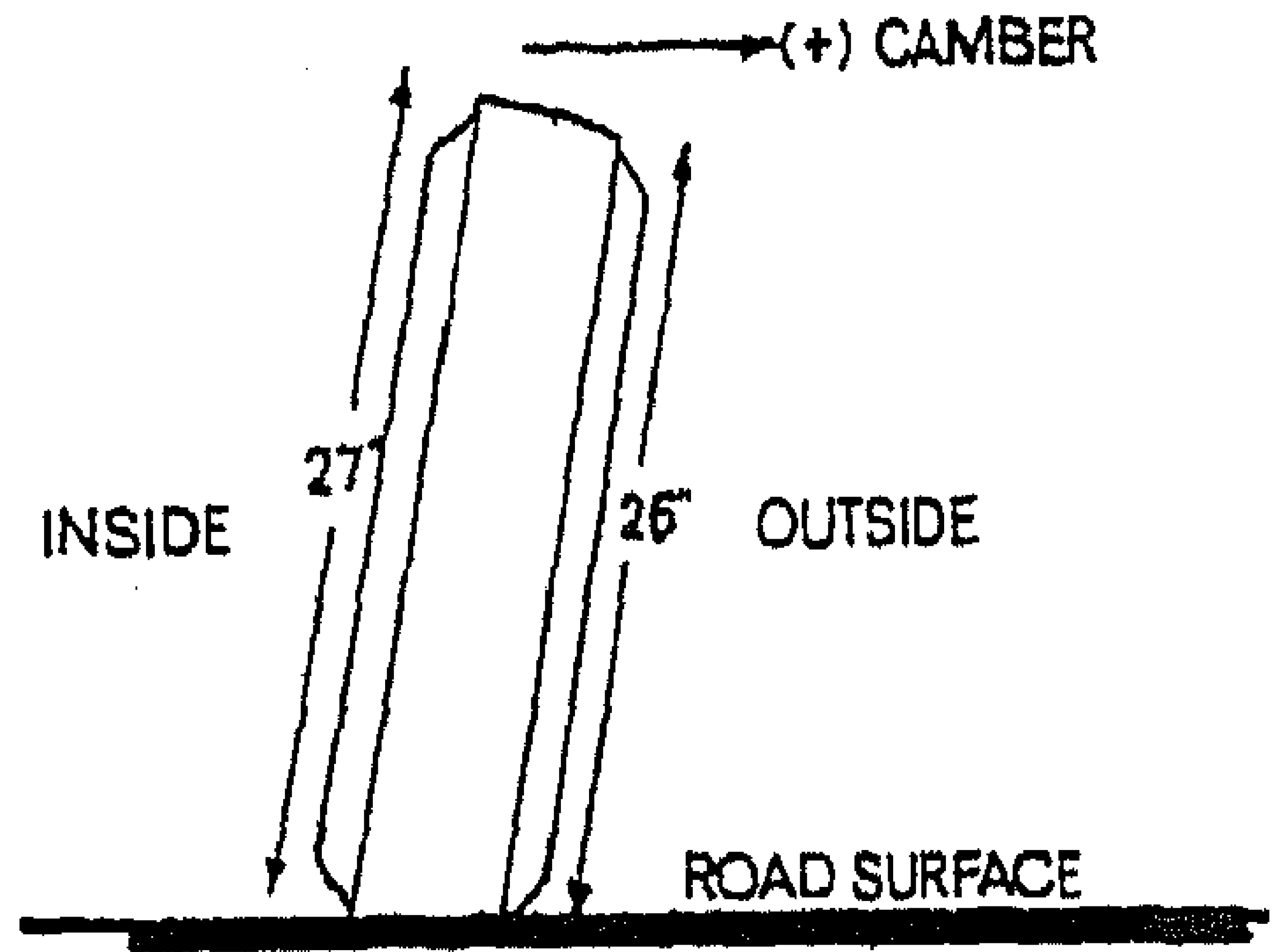
ب. تفيد هذه الزاوية وخاصة الموجبة منها فى تقليل القوة اللازمة لعملية التوجيه .



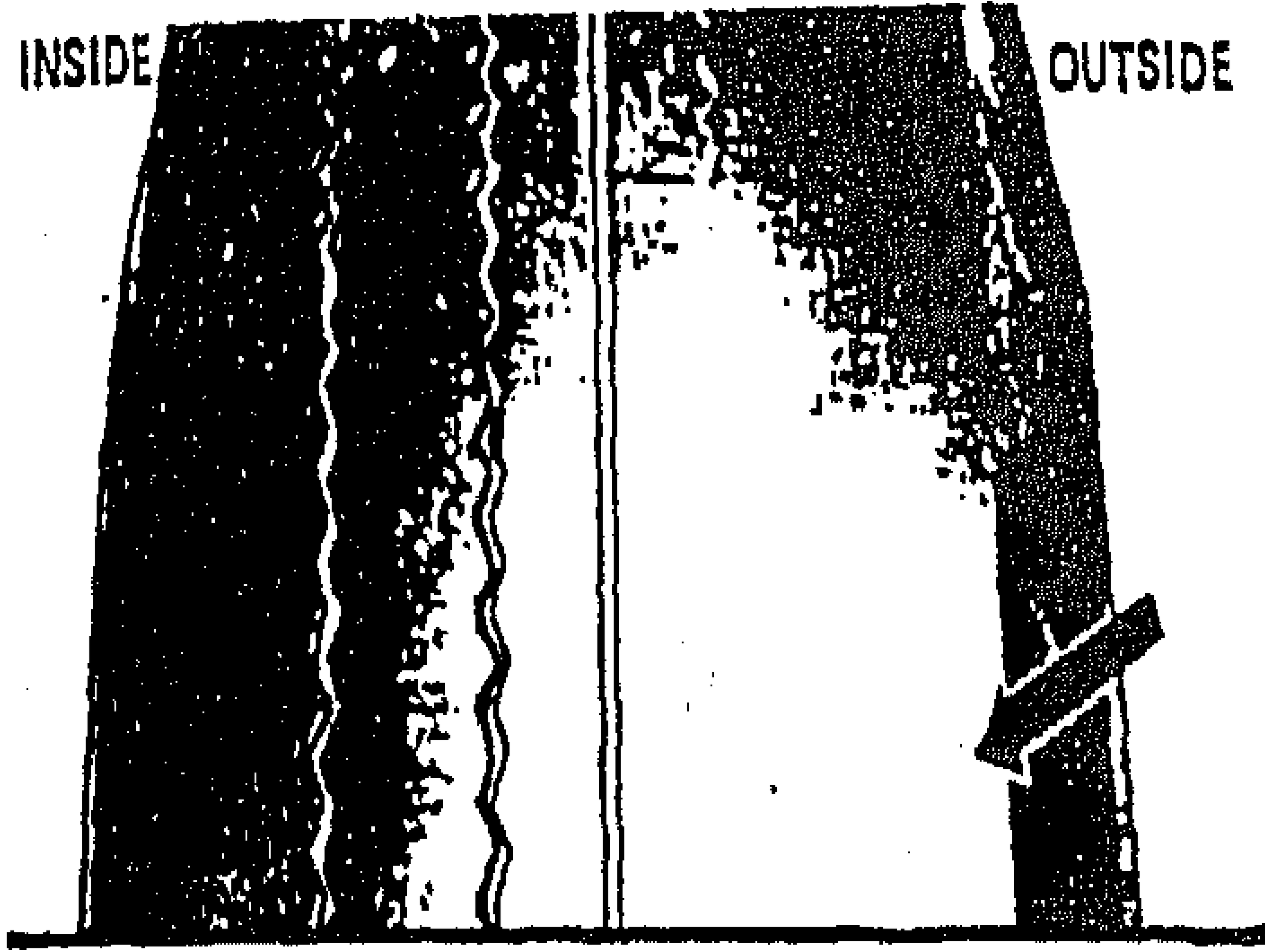
شكل (٩)



شكل (٨)



شكل (١٠)



شكل (١١)

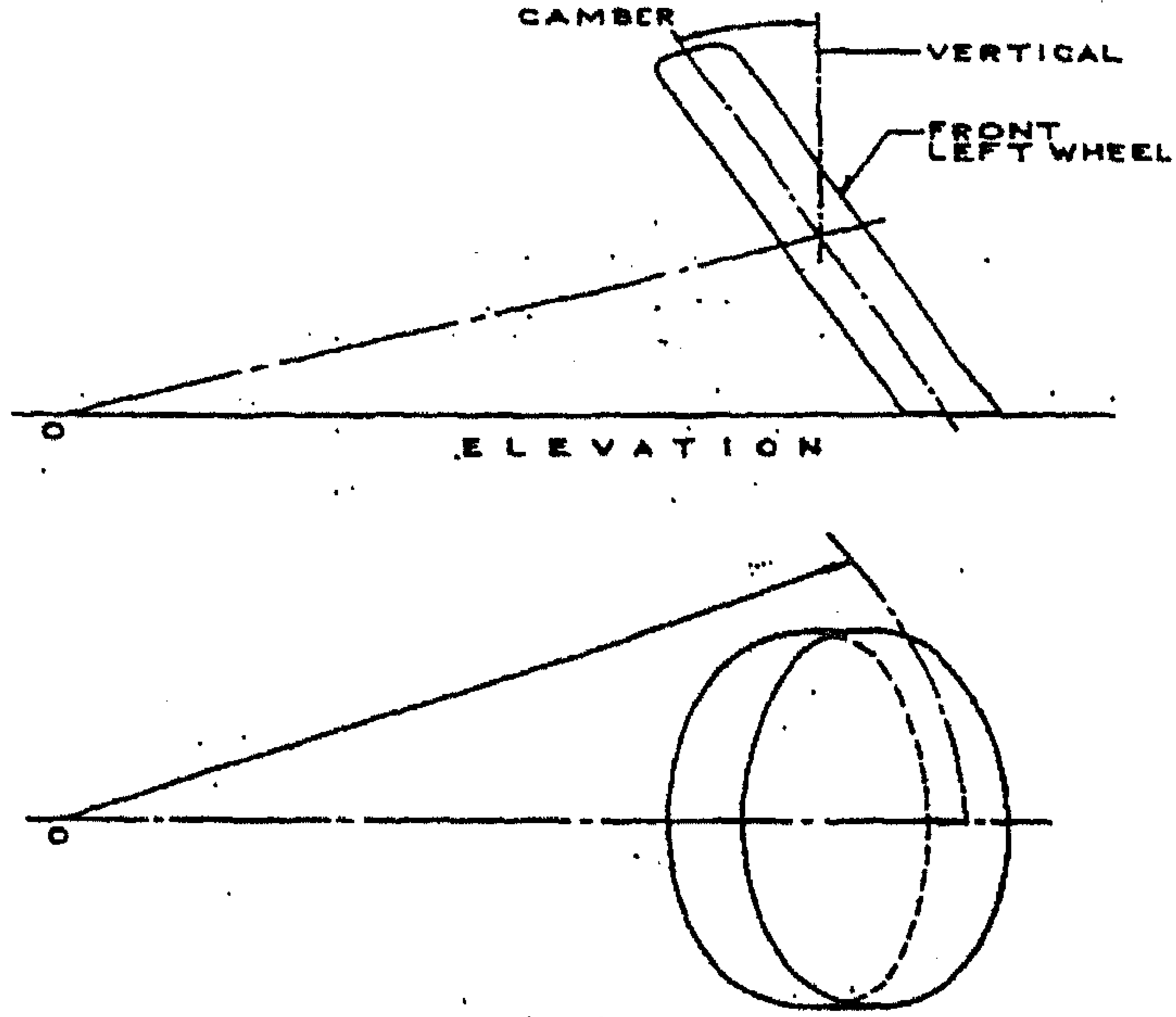
تأثير زاوية الكامبر :

هذه الزاوية هى المسئولة عن تأكل الإطارات حيث أن :

إذا كانت العجلة موجبة أكثر من اللازم تؤدي إلى تاكل الإطار من الحافة الخارجية شكل (١٠، ١١) .

إذا كانت العجلة سالبة أكثر من اللازم تؤدي إلى تاكل الإطار من الحافة الداخلية كذلك يتسبب ميل العجلة للداخل أو للخارج بأن ينشأ مركز دوران تخيلي للعجلة شكل (١٢) وذلك تحاول العجلة الدوران حوله مما يسبب انحراف فى اتجاه السيارة باستمرار زياده الكامبر ما لم يتم تلاقي تأثيره عن طريق لم المقدمة وأيضا عن طريق ضبط زاوية الكامبر ظبطا متماثلا للعجلتين بحيث يحدث تلاشى لتأثير كل عجله بواسطه الأخري وتسير السيارة بدون انحراف .

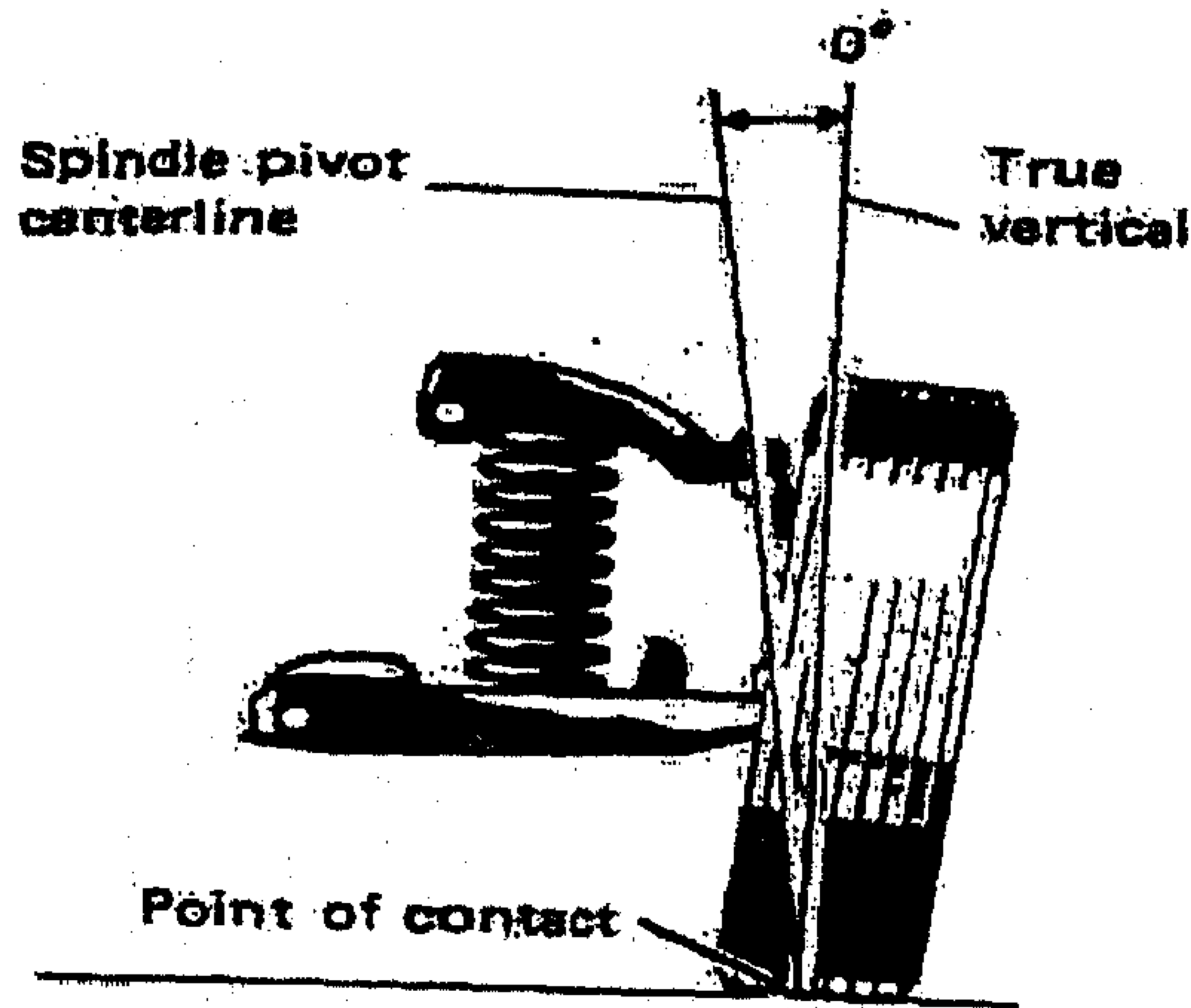
وتنحرف السياره فى اتجاه العجله ذات زاوية الكامبر الموجبة الأكبر بينما تنحرف السياره تجاه العجله ذات زاوية الكامبر السالبة الأقل .



شكل (١٢)

زاوية ميل زر المفصلة : King Pin

هى الزاوية المحصوره بين امتداد عمود زر المفصله والخط الرأسي المار بمركز العجله عند النظر إليها من الإمام شكل (١٣) .



شكل (١٣)

فائدة زاوية ميل زر المفصله :

١. جعل العجلة تدور حول نقطة هي مركز مساحة الإطار الملامس للأرض .

٢. جعل العزم المقاوم للدوران أثناء الوقوف أو السير فى منحني يكاد يصل إلى الصفر.

حدود زاوية ميل زر المفصلة .

تتراوح حدود هذه الزاوية بين ٣ إلى ٥ درجات وهذه الزاوية إلى حد كبير زاوية تصميميه أى لا تضبط إلا فى حالة حودث تشوه للشاسية وإصلاحه حيث لابد أن تعود إلى سابق قيمتها.

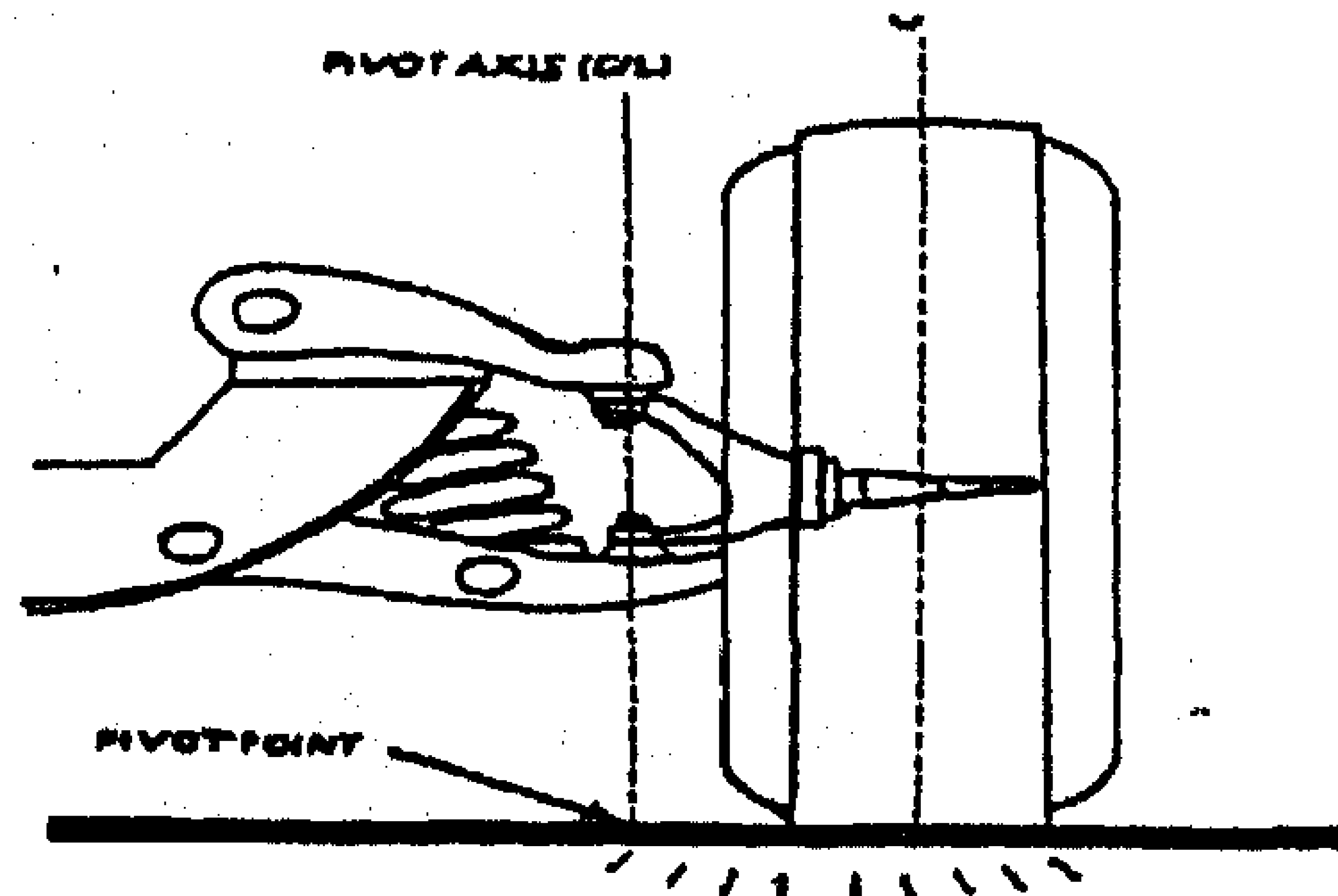
تأثير زاوية ميل زر المفصله :

عند جعل زاوية ميل زر المفصله تساوي صفر فإنه ينشأ عزم مقاوم للدوران حول زر المفصله يساوي قوة رد الفعل القوة فى المسافة التى يبعدها الزر عن العجلة شكل (١٤). وبحيث أن القوه هى مقاومة التدحرج . وبالتالى فإن وجود ميل زر المفصله بسبب سهوله كبيرة فى عملية التوجيه لتصغير المسافة شكل (١٥).

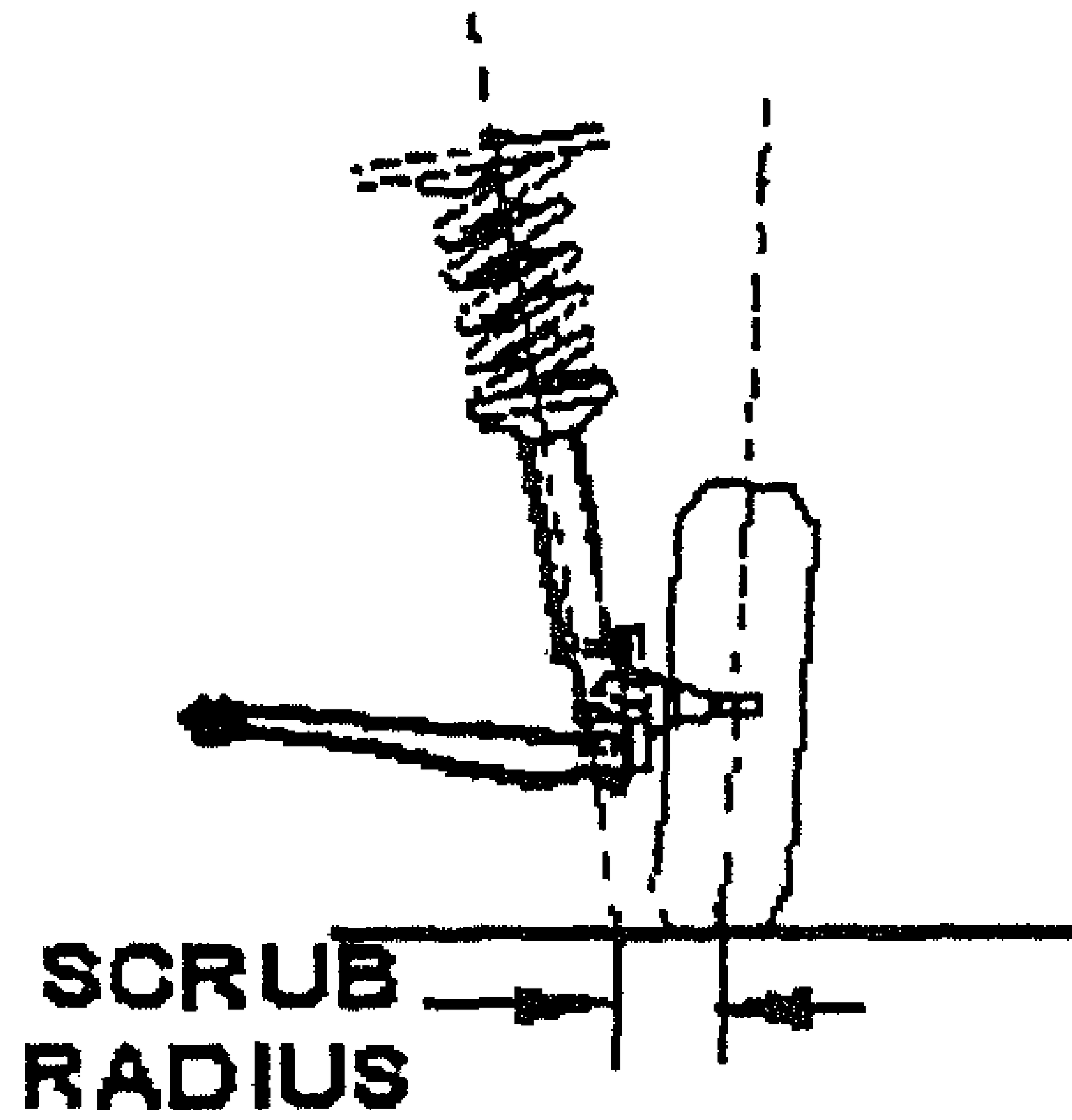
الغرض من هذا الميل :

١. يساعد على ثبات القيادة لأن وجوده يعمل على إعادة العجلتين الإمامتين إلى الاتجاه الإمامي المباشر بعد كل قوه بغير فيها اتجاه السير .

٢. يقلل هذا الميل من القوه اللازمة لتحريك مجموعة توجيه السيارة شكل (١٥) .



شكل (١٤)



شكل (١٥)

زاوية التقاطع (المجموع) Included Angle

هى مجموع زاوية ميل العجلة (الكامبر) وزاوية ميل المفصله وينشأ عنهــا نقطة هامة هى نقطة التقاطع شكل (١٦) .

نقطة التقاطع (point of intersection):

هى نقطة امتداد المحور المار بمركز العجله مع امتداد محور زر المفصله .

العوامل التى يتوقف عليه موضع نقطة التقاطع :

١. زاوية ميل زر المفصله .
٢. زاوية ميل العجلة.
٣. قطر الإطار
٤. بعد زر المفصله عن العجله .
٥. بالنسبة للنقطة (١، ٢) هى الزاويتين اللتين يتوقف عليها موضع نقطة التقاطع بحيث إذا قلت زاوية ميل العجلة تنشأ نقطة التقاطع أسفل الطريق شكل (١٧).

بالنسبة للنقطة (٣):

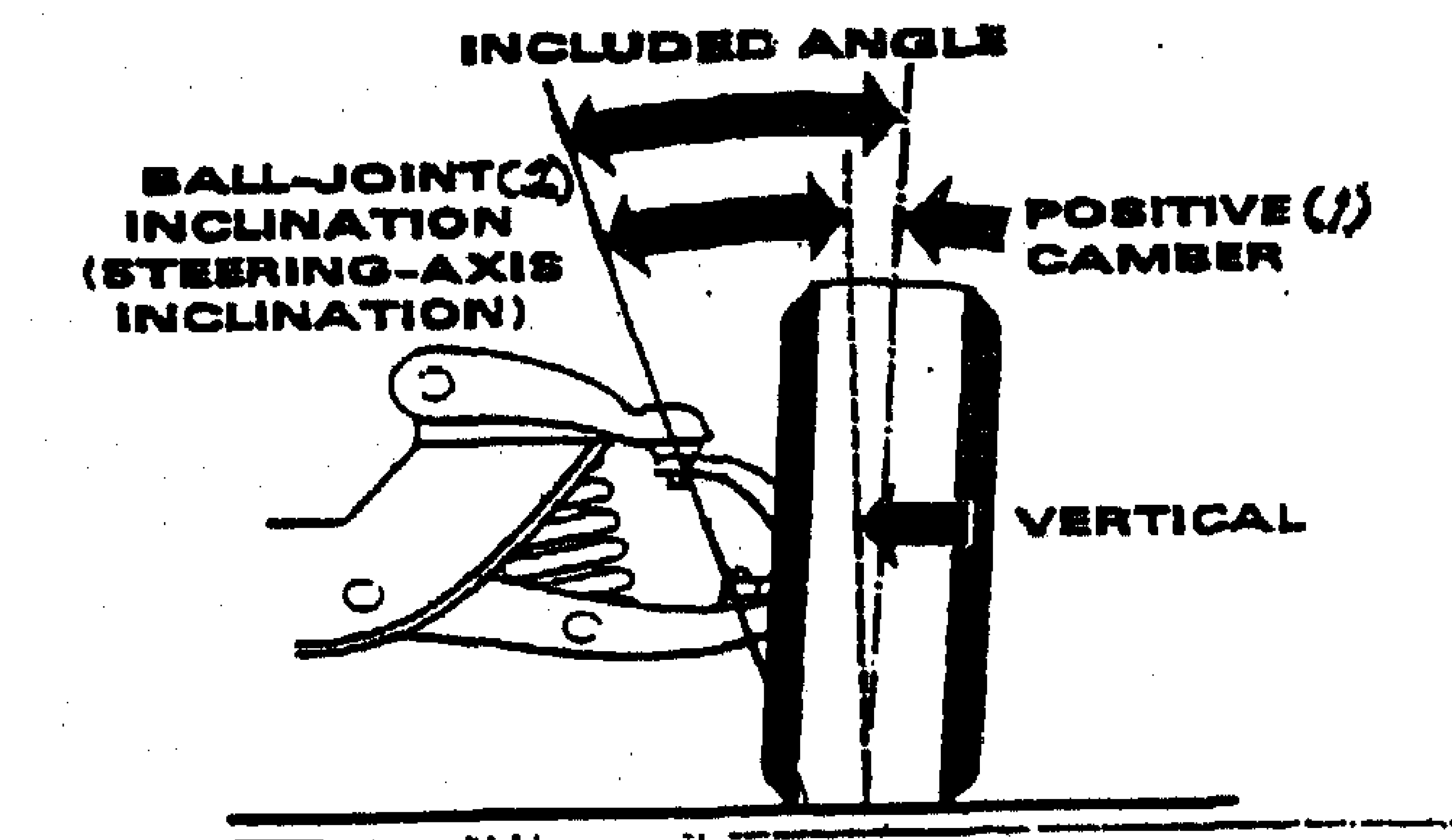
فإن صغر الإطار عن المقاس الخاص بالسيارة يسبب انتقال نقطـــة التقـــاطع وتنشأ مسافة بين الإطار مع الأرض وميل المفصلة تسبب ظهور عزم مقاومة تـــصبح نقطة التقاطع أسفل الطريق شكل (١٧) وعند تكبير (استخدام) إطار أكبر من المقاس الخاص بالسيارة تنتقل نقطة التقاطع إلى نقطة أعلى الطريق شكل (١٨).

بالنسبة لنقطه (٤) :

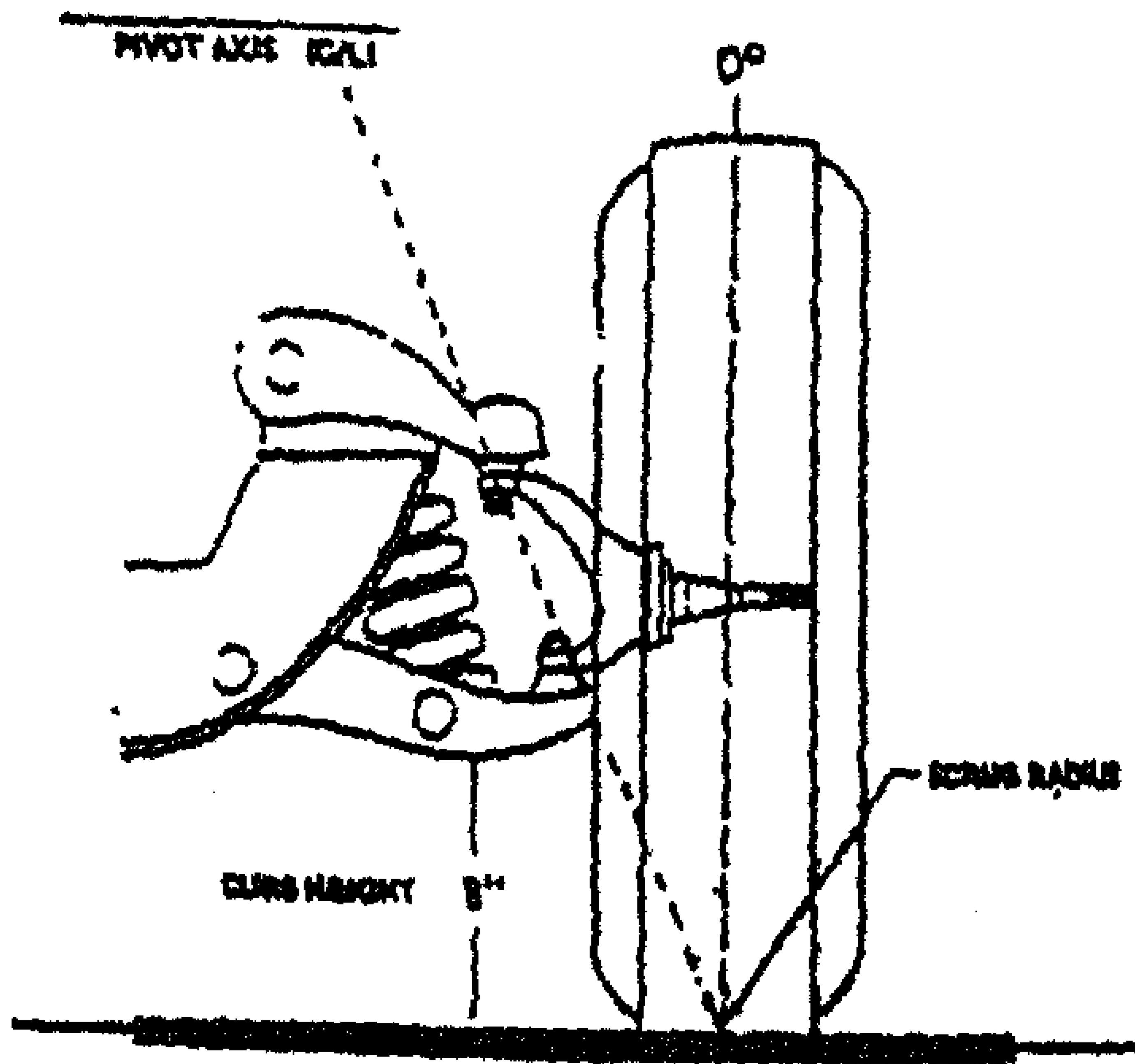
فإن بعد زر المفصله عن العجلة بسبب وجود النقطة أسفل الطريق وقرب زر المفصله يسبب وجود نقطة التقاطع أعلى الطريق .

تأثير نقطة التقاطع :

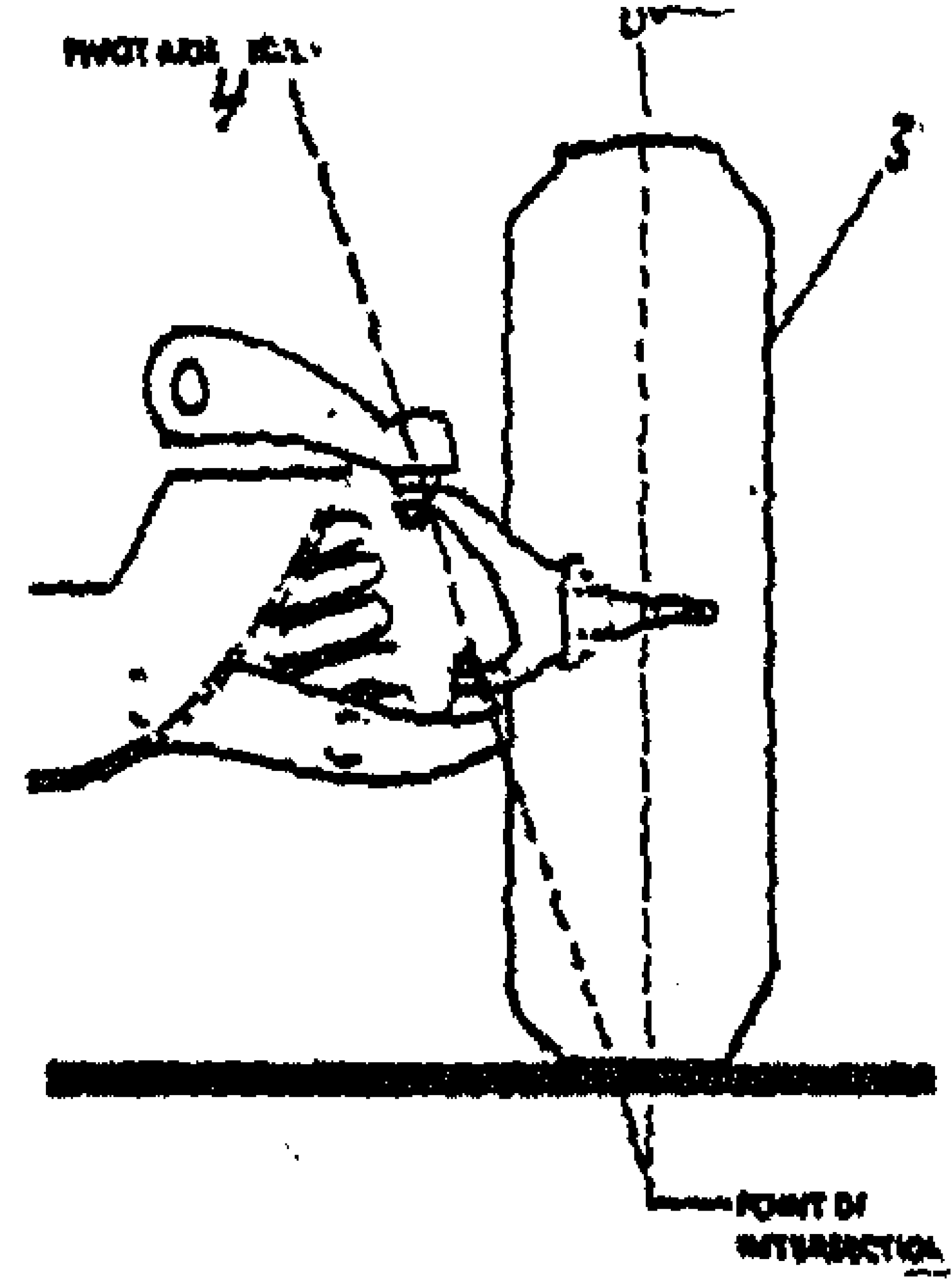
١. إذا وقعت نقطة التقاطع فى نقطة أسفل الطريق فإن العجله تميـل للانحـــراف للخارج.
٢. إذا وقعت نقطة التقاطع فى نقطة أعلى سطح الطريـــق فـــإن العجلـــه تميـــل للانحراف للداخل .



شكل (١٦)



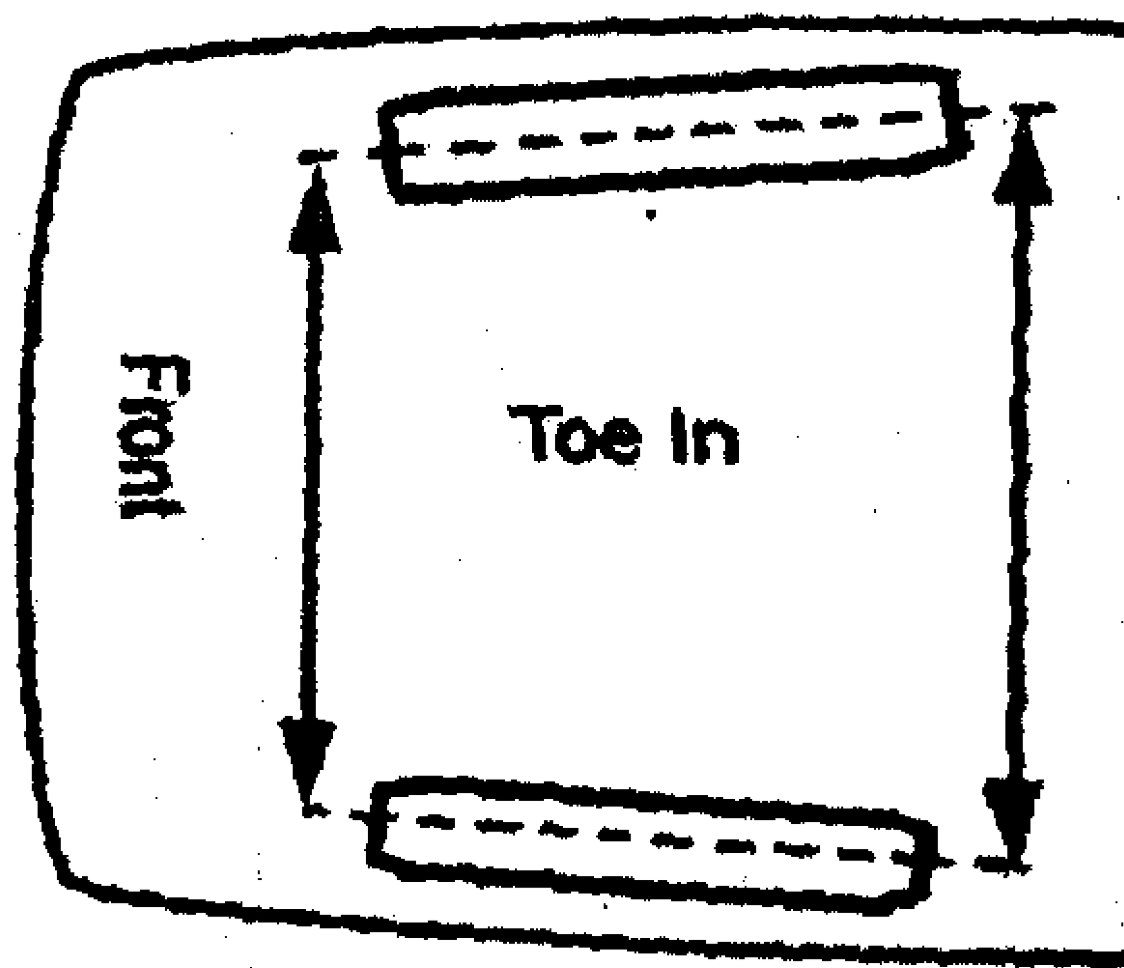
شكل (١٨)



شكل (١٧)

لم المقدمة :

من شروط القياده الصحيحة عند سير السيارة فـي خـط مـستقيم أن تكـون العجلات كلها موازية لاتجاه الحركة وهذه الشروط تتوفر فقط فى العجـلات الخلفيـة بينما تنشأ عند سير السيارة ودفع العجلات الإمامية مقاومة التدحرج التى تعمل علـى انفراج العجلتين الإماميتين من المقدمة ويجـب أن تتـراوح الفـرق بـين العجلتـين ومؤخرتهما من ٣، ٤م ، ويسمي لم المقدمة شكل (١٩).



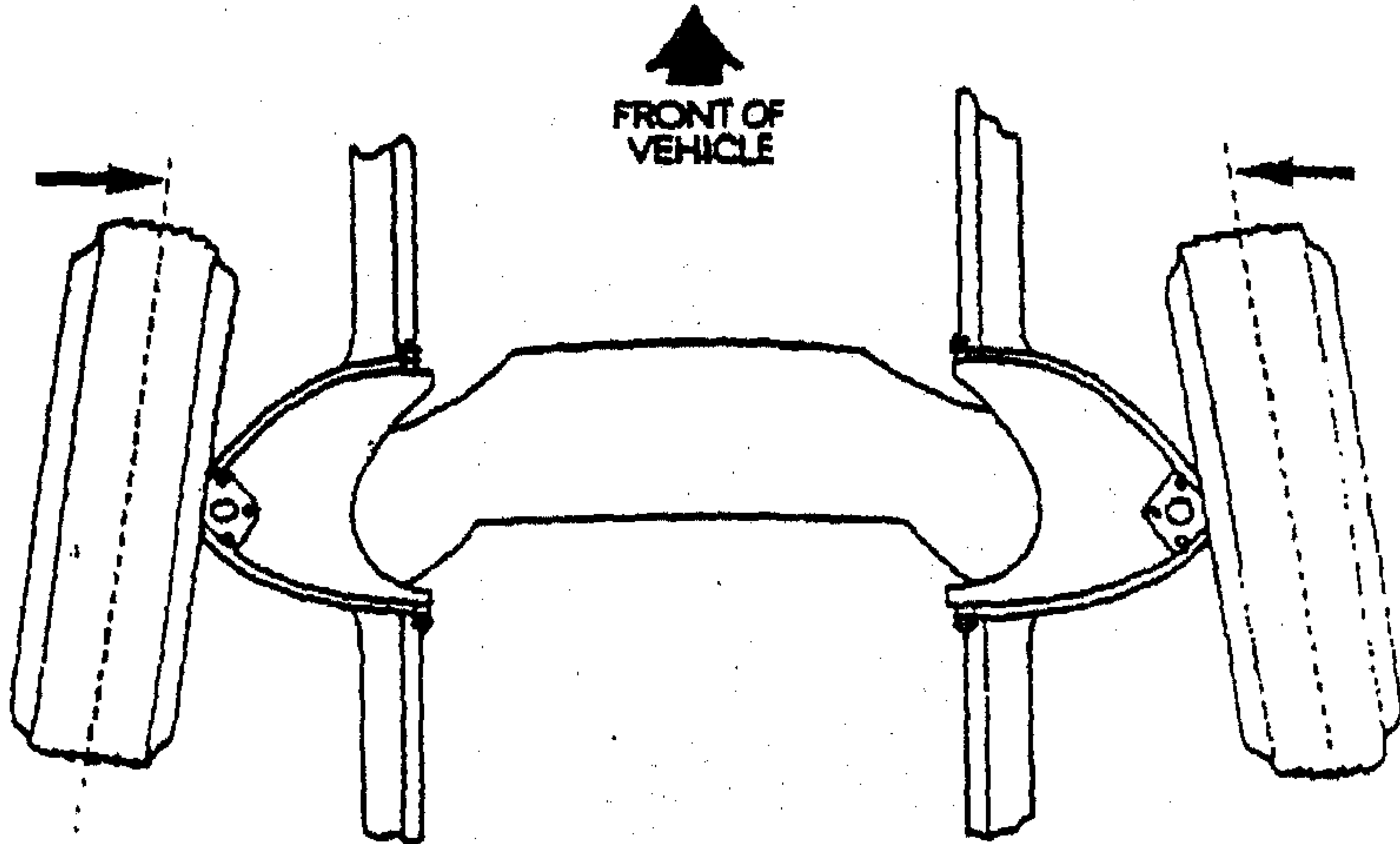
شكل (١٨)

أسباب لم المقدمة :

عند سير السيارة تعمل قوة التدحرج بين العجلات والطريق على انفراج العجلتين الإماميتين للخارج لذلك فإن ميل العجلة يجعل امتداد محورها يقابل الطريق فى نقطة خارج السيارة وبذلك تحرك العجلة مع محيط الدائره.

تأثير لم المقدمة :

لم المقدمة من الأسباب المباشرة لتاكل الإطارات من الواجب أن تكون العجلات فى وضع مستقيم أثناء سيرها على الطريق ونظراً لوجود عدة عوامل تساعد على انفراج العجلات عند سيرها مثل ميل العجلة زاوية الكامبر وانخفاض نقطة تقاطع من سطح الطريق لذلك يجب لم المقدمة قليلا اثناء وقوف السيارة حتى تستقيم إذا كان لم المقدمة صحيحاً ويقلل تاكل إطارات الكاوتش وينتج من عدم ضبط لم المقدمة أن تتخذ إحدي العجلات الوضع المستقيم مع التحرك الخطأ للعجله الثانية ثم تعمل العجلة الثانية على تصحيح وضعها وتحويلها الخطأ للعجله الأولى وتتكرر هذه الدوره عدد مرات .



شكل (١٩)

فائدة زاوية لم المقدمة :

١. عند سير السيارة تعمل قوة التدحرج بين العجلات والطـرق علـى انفـراج العجلتين الإماميتان للخارج قليلاً فيجب لم العجالتين من المقدمة قليلا بحيـث أنهما بعد انفراجهما تصيران متوازيان.

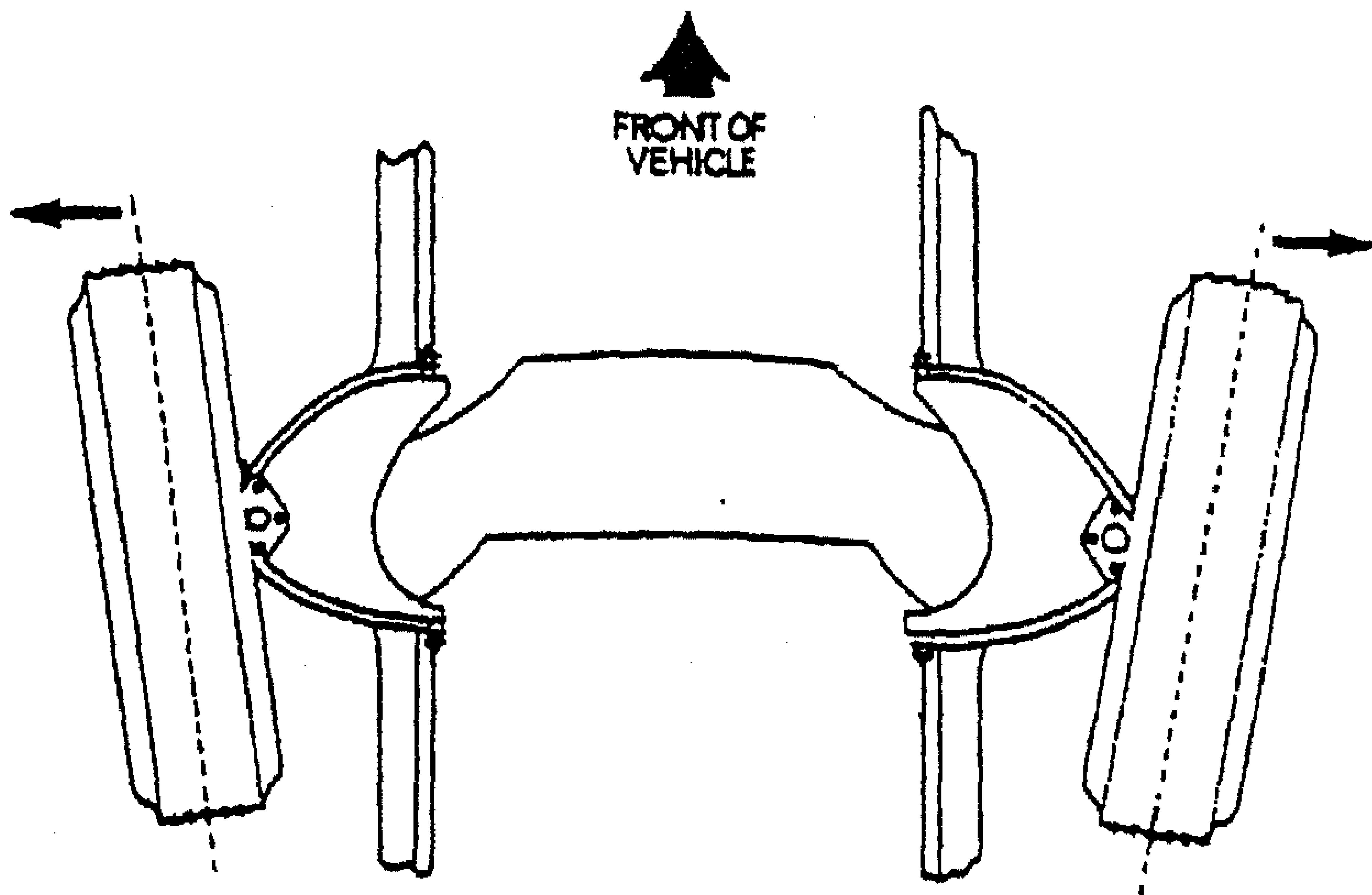
٢. تعمل زاوية ميل العجلات (الكامبر) على جعل العجلة تدور حـول نقطـة خارج السيارة شكل (١٢) وهى نقطة تقاطع أمتداد محور العجلة مع الطريق مما يسبب انفراج المقدمة ولذلك يجب لم المقدمة.

انفراج المقدمة :

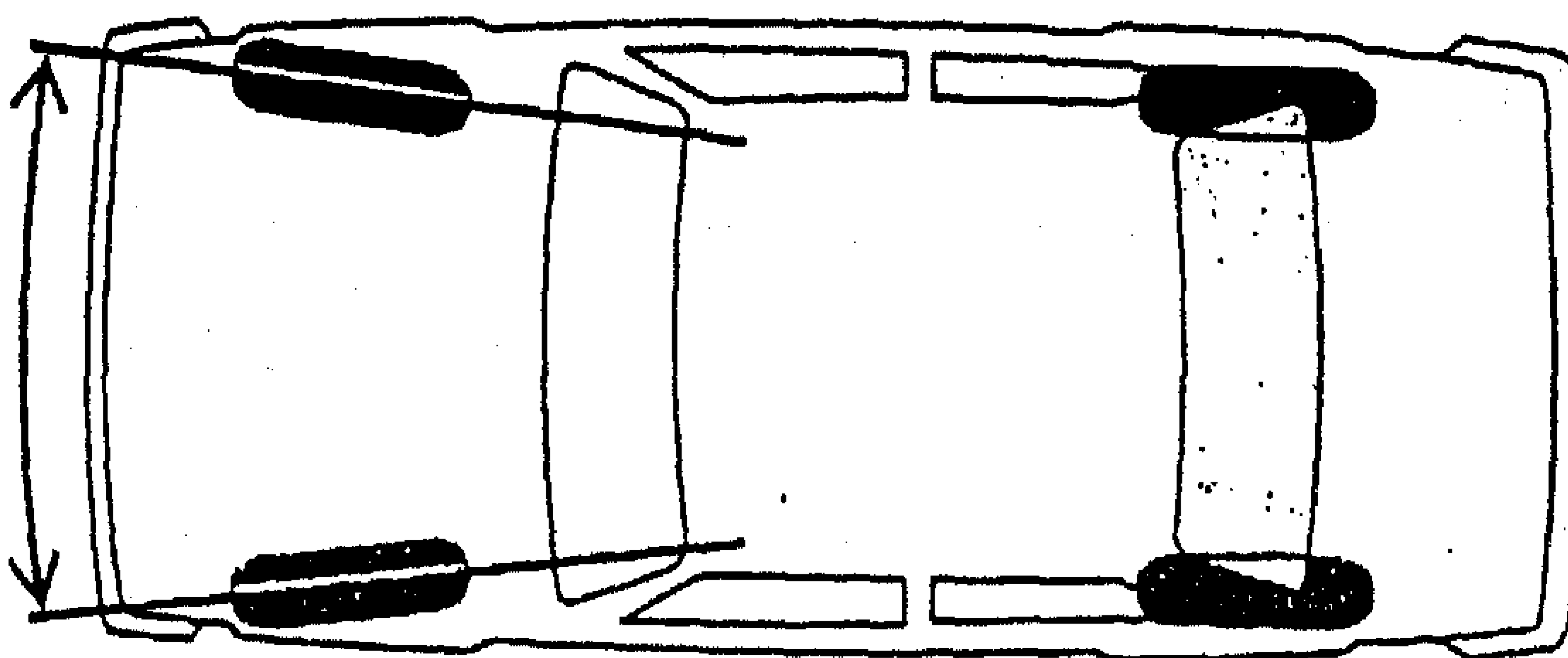
يتم عمل انفراج المقدمة وذلك لتلافي تأثير زاوية الكامبر السالبة كذلك تـأثير وقوع نقطة التقاطع أعلى سطح الطريق وأن كان ذلك غير شائع ولكن يحدث انفـراج للمقدمة للسياره حتى وأن كان لها لم مقدمة مسبقاً عند السير فى المنحنيات وذلـك لأن العجله الداخلية فى المنحني لها زاوية أكبر من العجلة الجارجيـة شـكل (٢٠، ٢١). وتحت هذا التصميم يتحول لم المقدمة فى السير المستقيم إلى انفراج للمقدمة عند السير فى المنحنيات. وتوصي معظم المواصفات بعمل انفراج المقدمة نحـو ١ سـم عنـد انحراف العجله الداخلية ٢٠°.

تأثير انفراج المقدمة :

لم المقدمة يتحول إلى انفراج للمقدمة فى المنحنيات لا ييحدث تاثير خطير على تآكل إطارات الكاوتش لأن سير السياره يكون عادة فى فترات قصيره. ويكون تأكـل الإطارات كبيراً عند زيادة سرعة السياره فى المنحنيات وخـصوصاً لوجـود القـوه الطارده المركزية التى تسبب الانزلاق الجانبي للعجلات. وأكثر مواصـفات الـسياره تعطي انفراج للمقدمة وعندما تميل العجله بزاوية مقدارها ٢° يكون حوالي ١ سم.



شكل (٢٠)



Toe-out

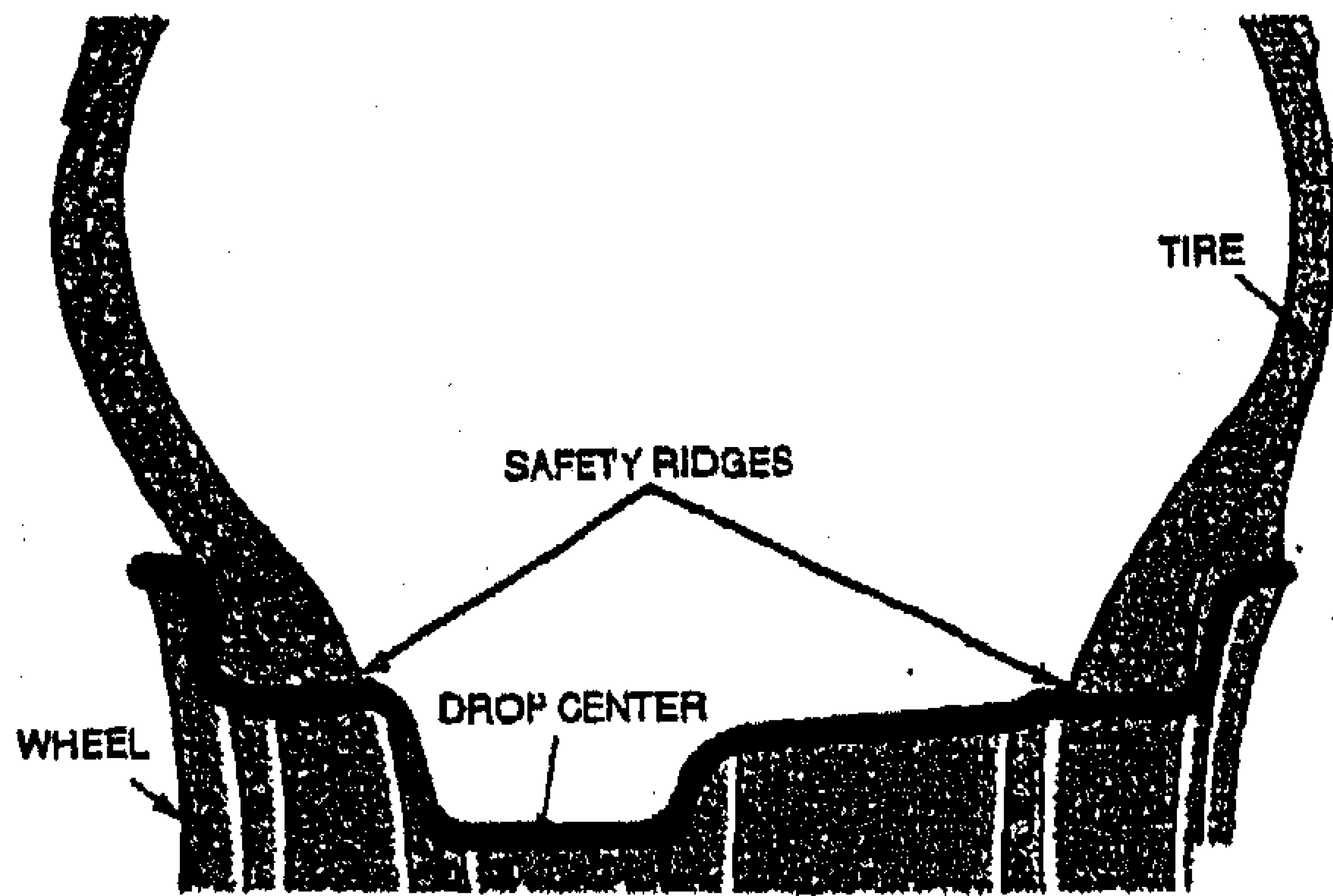
شكل (٢١)

العجلات والإطارات

أولا: العجلات

كانت العجلات (التى تركب عليها الإطارات المطاطية) تصنع فى الماضى من الصلب المطروق وكانت تصنع خصيصا لسيارات بعينها ولا يمكن الحصول عليها إلا من خلال الشركة المصنعة للسيارة أما الآن فقد إنتشر إنتاج العجلات بأشكال مختلفة ترضي جميع الأذواق، إضافة إلى سهولة الحصول عليها من أى مكان بالإضافة إلى استخدام خانات مختلفة فى إنتاجها مثل الألومنيوم والماغنيسيوم والجرانيت ومواد أخري .

العجلات الصلب :

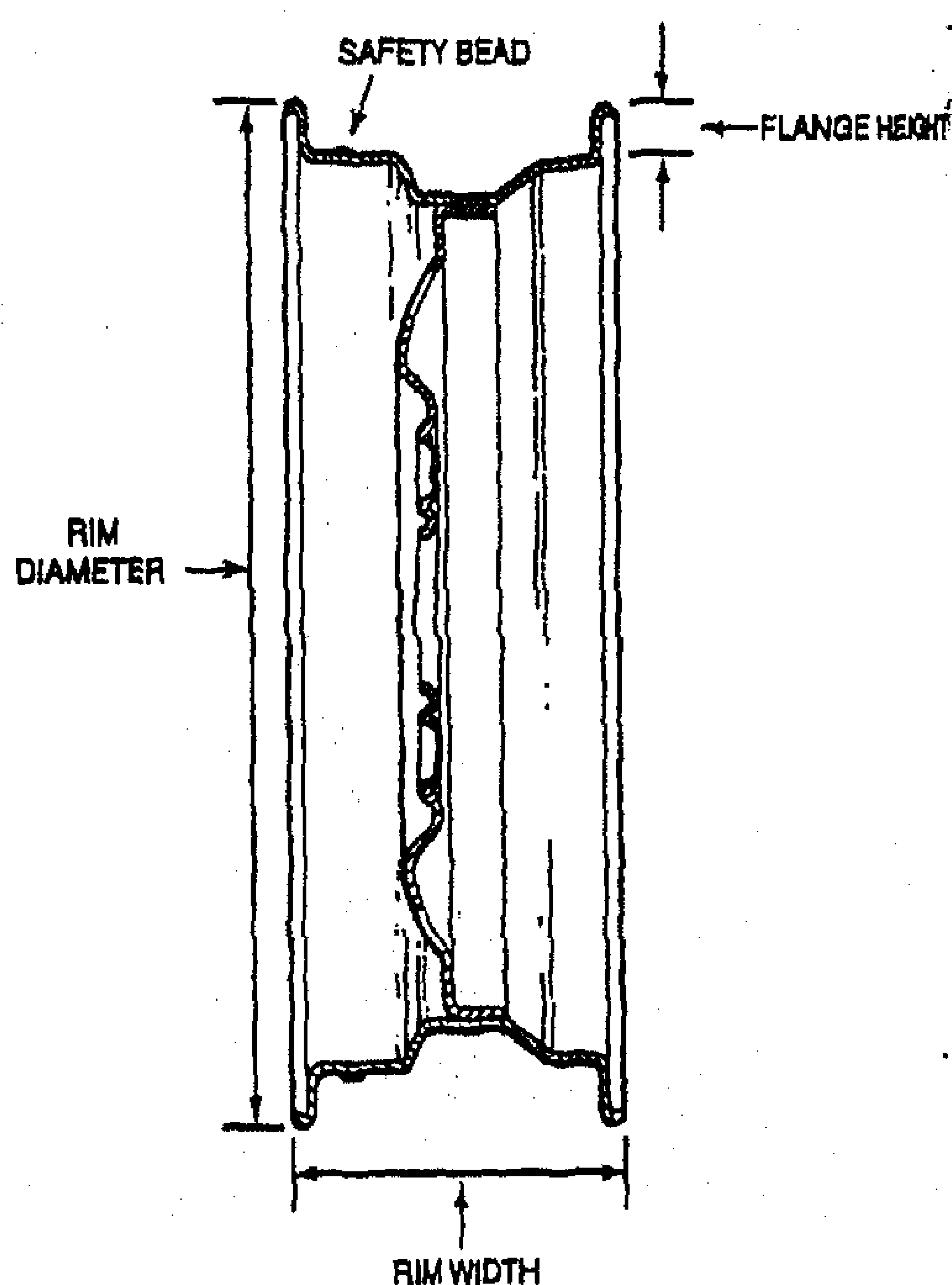


معظم العجلات المصنعة من الصلب هى من نوع الطوق ذو القاع العميق drop center كما هو موضح بالشكل ومعظم العجلات تصنع من قطاعين الأول هو الطوق rim الخارجي (المحيطي) والثاني القطاع المركزي The center section ويطلق عليه أحيانا صره العجلة أو Spider حيث يلحم مع الطوق ويحتوي على مجموعة ثقوب تصل إلى نحو ستة ثقوب لربط العجلة مع المركبة .

وتحتوى بعض العجلات على حواف أمان Safety ridges بالقرب من شـفه Lips الطوق للحفاظ على الإطار الكاوتشوك من الانزلاق إلى القـاع العميـق فـى حالة تسرب الهواء .

مقاسات أطواق العجلات :

الشكل يبين الابعاد الثلاث التى تستخدم للتعرف مقاسات أطواق العجلات وهى:



عـرض الطـول rim width

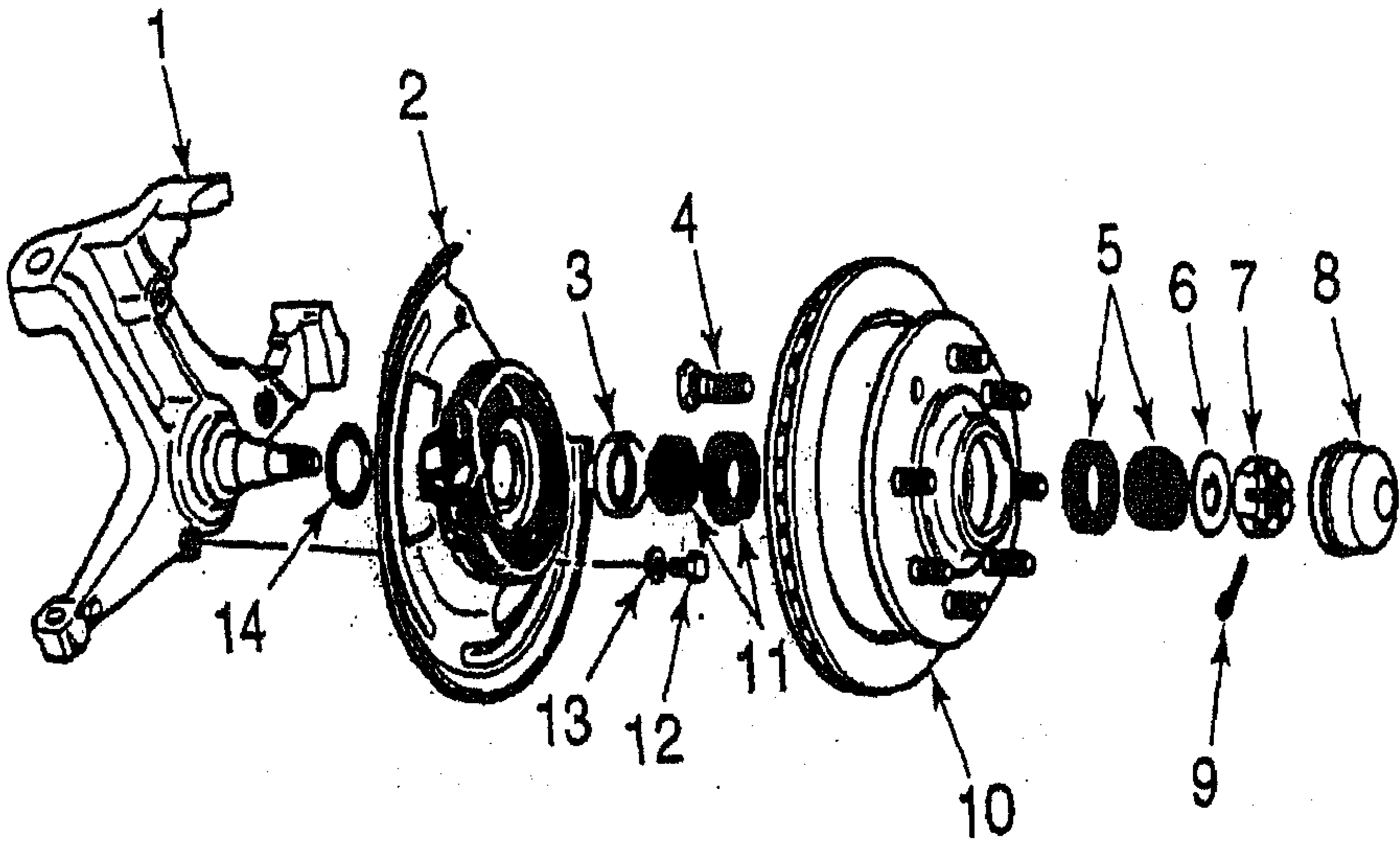
قطر الطوق rim diameter وارتفاع الحافـة

Flange height والوحدات التى تقاس بها عرض وقطر الطوق هى البوصـة والحـروف (K, J وغيرهـا) لتحديـد ارتفاع الحافة Flange height وعلى سبيل المثالث (K0.77") وهى تعنى أن ارتفاع الحافة 0.77 من البوصة وهذه الأبعاد واحدة لجميع الشركات وقد تكون مدونة بالسباكة أو الكبس على الطوق .

صره العجلة Wheel hub

تمثل صره العجلة السطح الذى ستربط عليه العجلة كما أنها تمثل أيضا حامـل العجلة المتصل مع أجهزة وآلات الجر مباشرة أو تدور على المحاور من خلال كراسي المحمل الكروية أو المخروطية .

والشكل يوضح تركيب صره العجلة واتصالها مع وصلات التوجيـه وكـذلك يوضح المحامل المخروطه حيث :



١. وصلة التوجيه ٢. حافظة صلب ٣. حابك شحم ٤. مسمار الصره
٥. مجموعة الكرسي الكروي المخروطي الخارجي . ٦. ورده مسافة ٧. صامولة زنق
٨. غطاء لمنع التراب ٩. بنز إحكام ١٠. قرص الفرامل الدوار .
١١. مجموعة الكرسي المخروطي الداخلي . ١٢. مسمار
١٣. ورده زنق ١٤. جوان

تركيب الإطار

الشروط الواجب توافرها فى الإطار :

١. تلامس جيد بين الإطار والطريق وسطح تلامس كبير (ينشأ عن ضغط الهواء) .

٢. القدرة على نقل قوى توجيه جانبيه كبيرة.

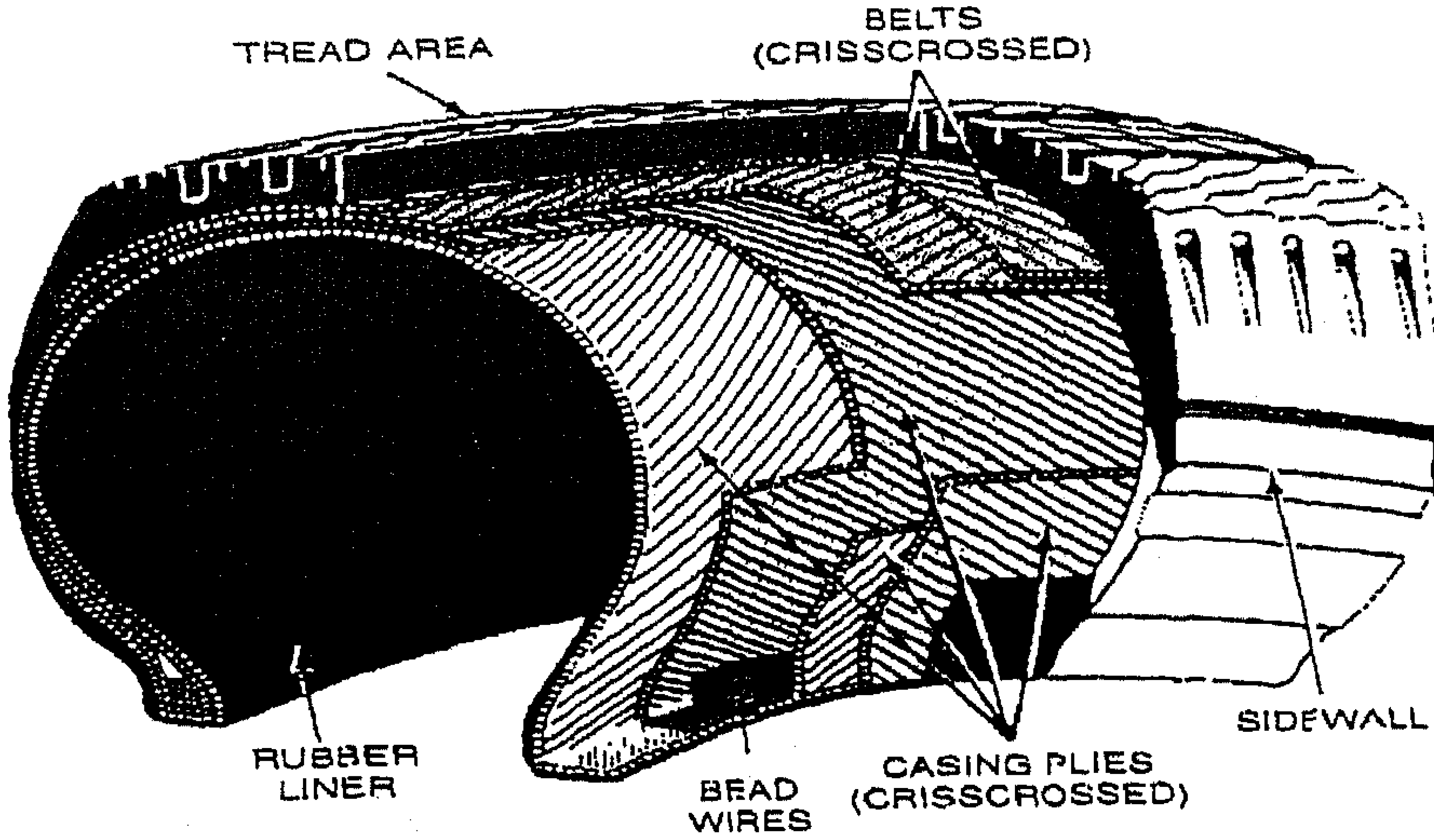
٣. نقل قوى الجر والكبح من السيارة إلى الطريق .

٤. أن يتصف بمرونه نابضه عند التدحرج على طريق غير ممهد .

وهذه الشروط والمتطلبات يحددها شكل الإطار ومادة الصنع .

التركيب :

كما هو موضح فى الشكل :



١. البنية الداخلي (الهيكل):-

تتألف من طبقات متعددة من نسيج شريطي مغطي بالمطاط مع وجود زاوية معينة بين كل طبقة والتى تليها وتتوقف مقدره التحميل للإطار على عدد هذه الطبقات ويستخدم الحرير الصناعي (ريون) والنايلون والبرلون (خيوط صناعية) لصنع هذا النسيج كما تستخدم أسلاك فولاذية فى إطارات السرعات العالية والشاحنات .

٢. حافة الاطار : Flange

تقوم بمهمة تثبيت الإطار على طوق العجلة كما تقوم بعملية الأحكام (منع التسرب) فى حالة استخدام إطار عديم الأنبوب الداخلي وتلتف طبقات نسيج البنية الداخلية (الهيكل) حول قلب مركز الحافة المصنوع من أسلاك فولاذية ويتم اللف من الداخل والخارج ويختلف عدد قلوب مركز الحافة المستعملة تبعا لحجم الإطار وقدرته على التحميل فيستخدم قلب واحد مثلا فى سيارات الأشخاص وأكثر من قلب فى إطارات الشاحنات .

٣. المداس (السطح الواقي) Tread Area

يحمي البنية النسيجية الداخلية وتصنع به مقاطع على سطحه (نقش المداس) وتستخدم فى صناعة هذا الجزء مواد ذات مقاومة عالية للتآكل الناتج عن الاحتكاك وذات خواص التصاق جيدة بينما تصنع الطبقة التى تقع تحتها وعلى الجوانب من مواد مرنة لكي تفي بالشروط المطلوب توافرها فى الإطار .

وتنقسم أنواع الإطارات العجلات إلى نوعين رئيسيين :

١. إطارات قطرية Radial

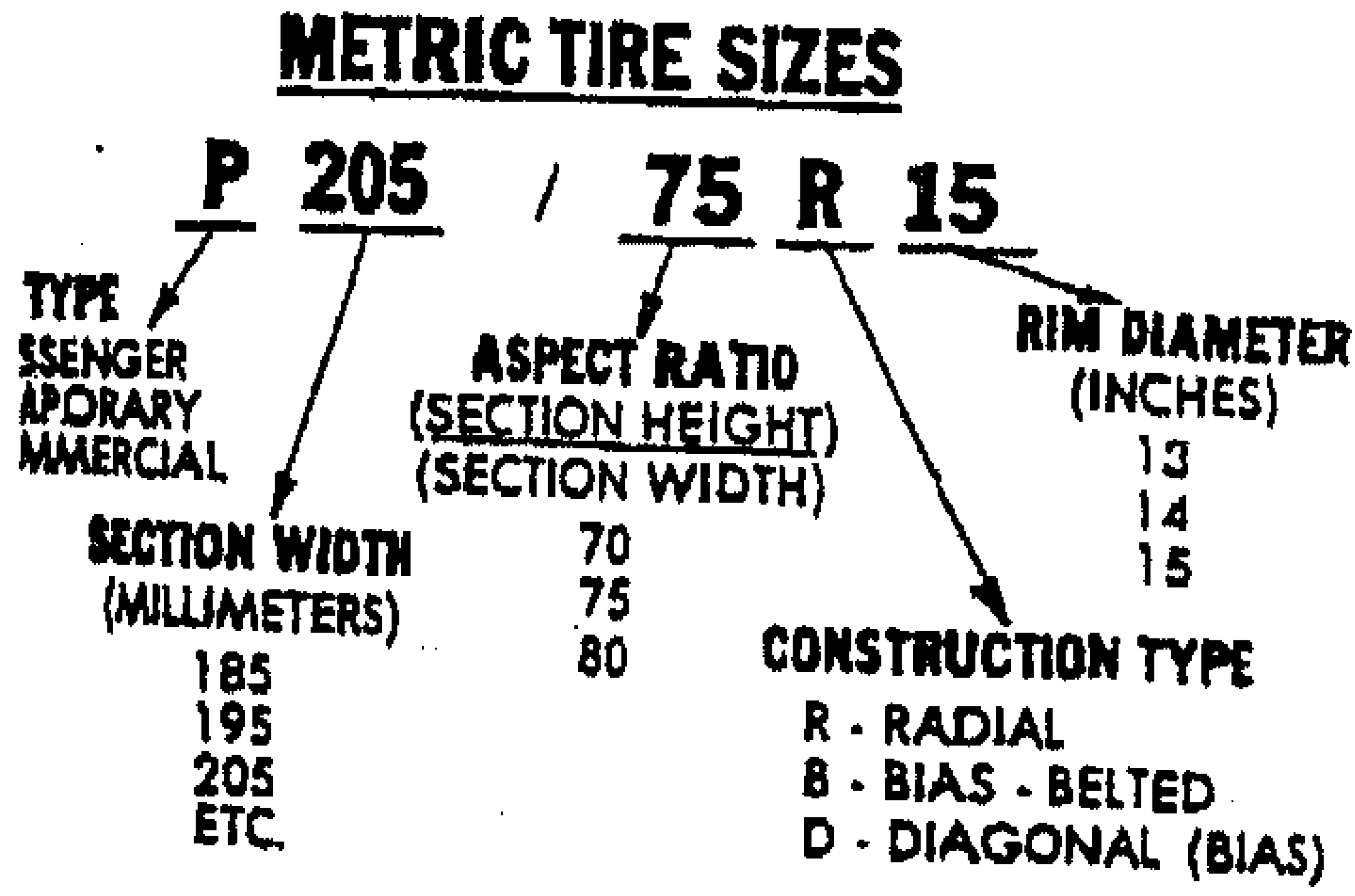
٢. إطارات حزامية bias – belted

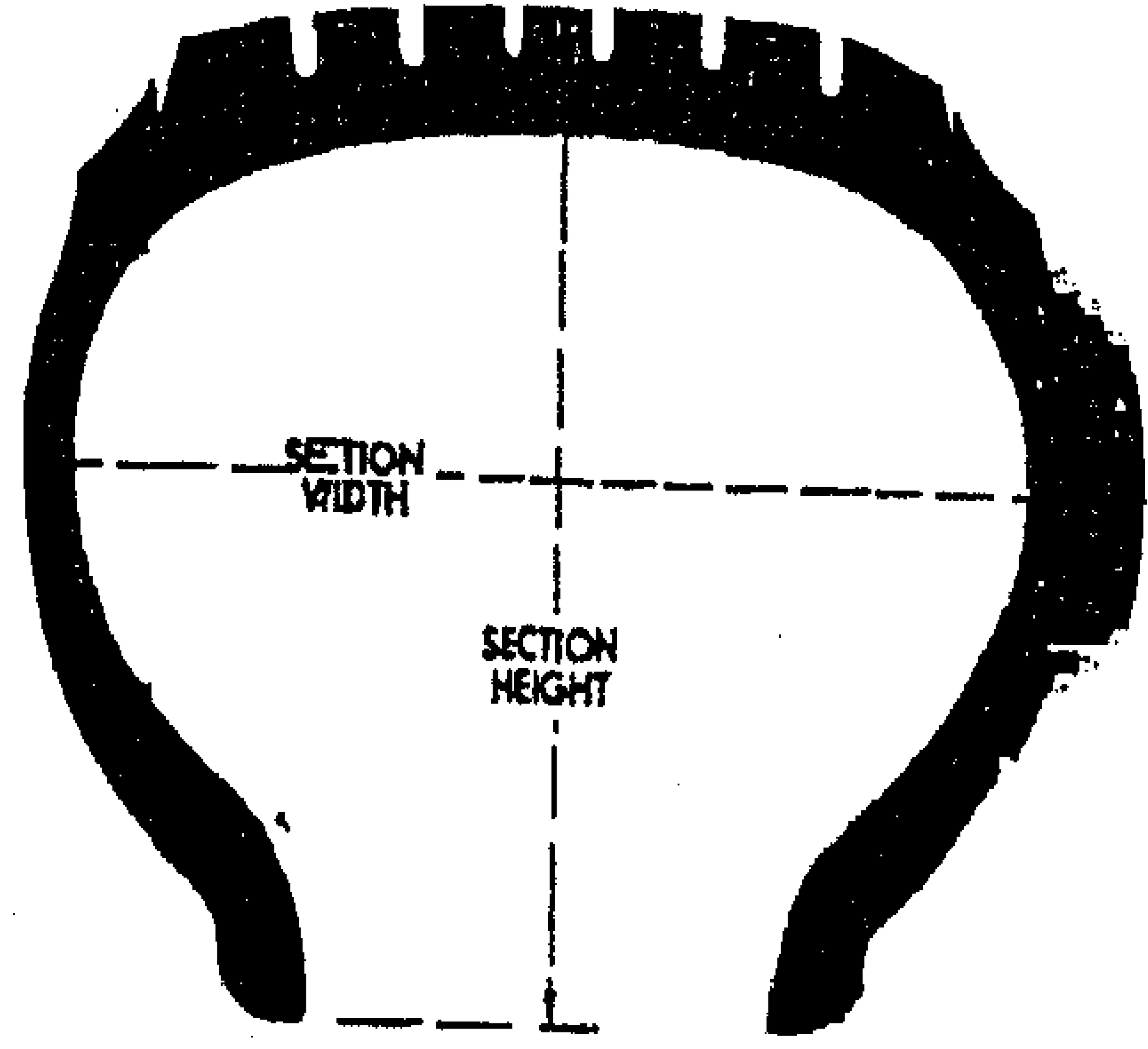
حيث يبين الشكل A النوع القديم والذى لم يعد يستخدم وكان يطلق عليه bias حيث يرتب البنية الداخلية من طبقات وكانت مرنة أكثر من اللازم بالإضافة إلى عدم تحملها للأحمال والسرعات العالية .

كما يبن الشكل B النوع الحزامي وهو نفس تركيب النوع السابق إلا أنه توضع فوقه وأسفل المداس مجموعة من الأحزمة وترتب بحيث يصنع كل حزام زاوية مع الطبقة التى قبلها مما أدي إلى زيادة التحمل وعمر التشغيل الأطول إلا أن حرارته ترتفع بزيادة السرعات والأحمال .

كذلك يبين الشكل C النوع الأكثر انتشاراً وهو النوع القطرى وفيه ترتب طبقات النسيج الداخلي فوق بعضها البعض وتصنع كل طبقة زاوية نحو ٥٥ درجة مع الطبقة التى قبلها وقد تزود بحزامين من السلك الصلب وتتميز هذه الإطارات بإمتصاص أكبر للصدمات وسهولة التوجيه عند السرعات المنخفضة وثبات درجات حرارة الإطار مع السرعة والاحمال .

مقاسات الأطار :





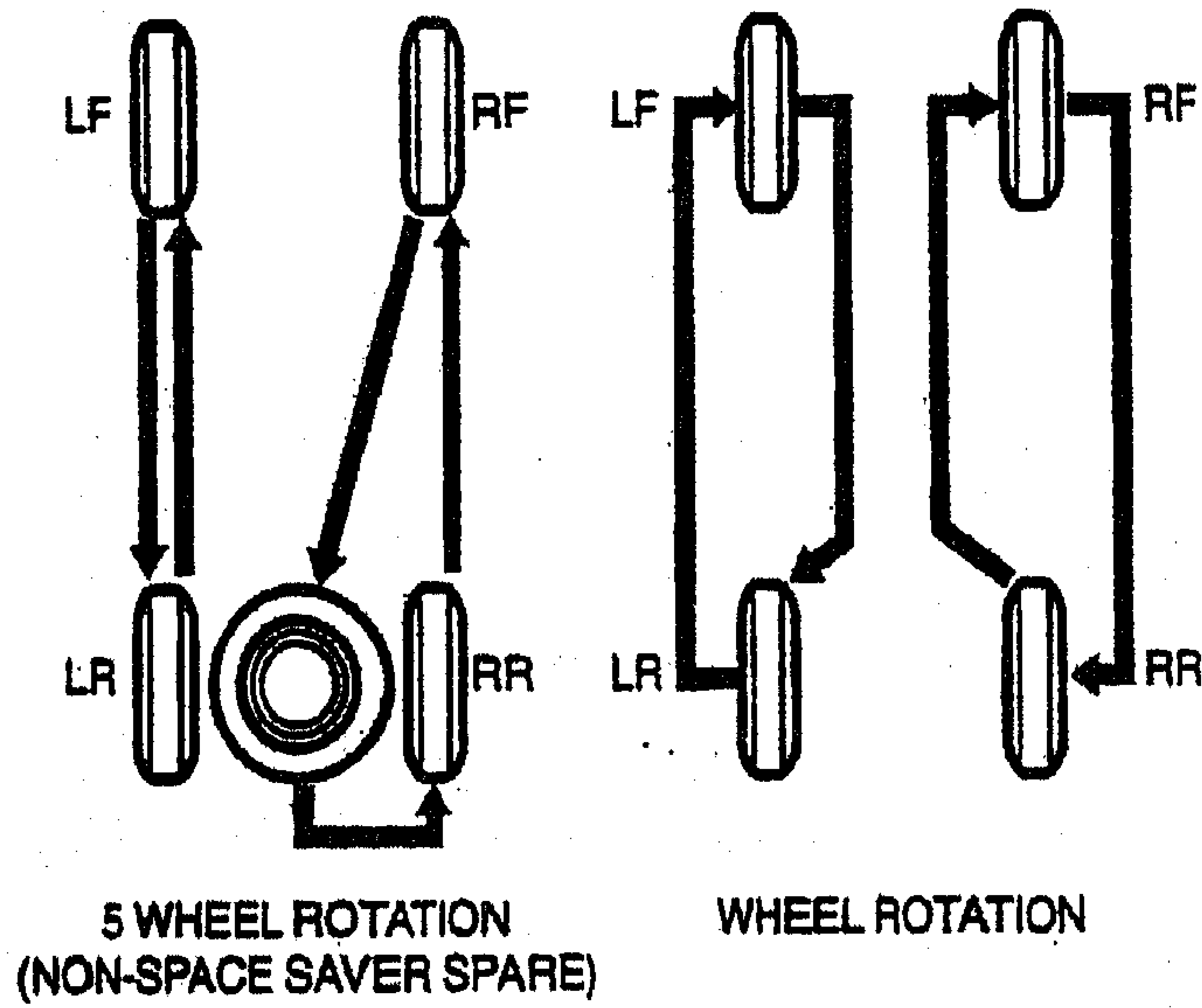
يبين الشكل الرموز الخاصة بمقاسات الإطار حيث الرمز الأول يمثل نوع الإطار حيث إن الرمز (P) تعنى سياره ركوب، T تعنى إطار إحتياطي ، LT إطار سياره نقل خفيف، C إطار سيارة نقل .

أما الرقمين ٥٥ / ٢٠٥ فيمثل الرقم الأول عرض الإطار بالمليمتر (من ١٤٥- ٣١٥) بينما يعنى الرقم الثاني ارتفاع الإطار بالمليمتر فوق حافة الطوق.

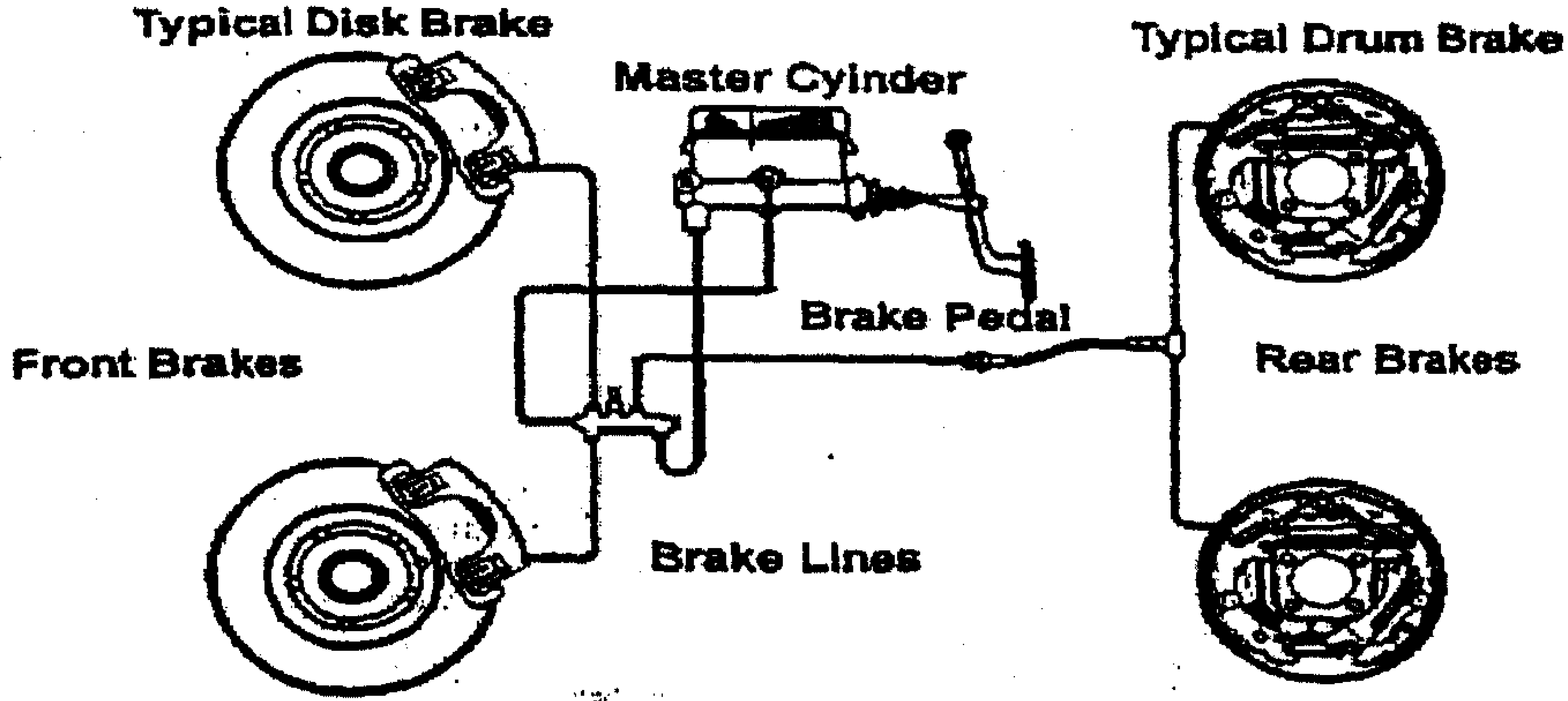
كذلك يعنى الحرف V معدل السرعة ويبدأ من حرف B الذى يعنى سياره تعمل فى نطاق سرعة ٥٠كم فى الساعة حتى الحرف Z والذى يعنى أن السيارة تعمل فى نطاق سرعة أعلى من نحو ١٥٠ كم فى الساعة أما الحرف الذى يلى ذلك وهو حرف R مثلا فيعني نوع الإطار R تعنى راديال، B حزامي ، D قطري أما الرقم الأخير (١٦) فيعني قطر طوق العجلة بالبوصة أى فى هذا المثال فإن قطر طوق العجلة هو ١٥ بوصة.

تبديل الإطارات :

يجب تبديل مواضع الإطارات بين بعضها البعض كل فترة زمنية نحو ٨٠٠٠ كم حتى يمكن إطالة عمر العجلات وتساوى التآكل فيما بينها. والشكل يبين إحدى طرق التبديل الشائعة .



Disc Brakes الفرامل



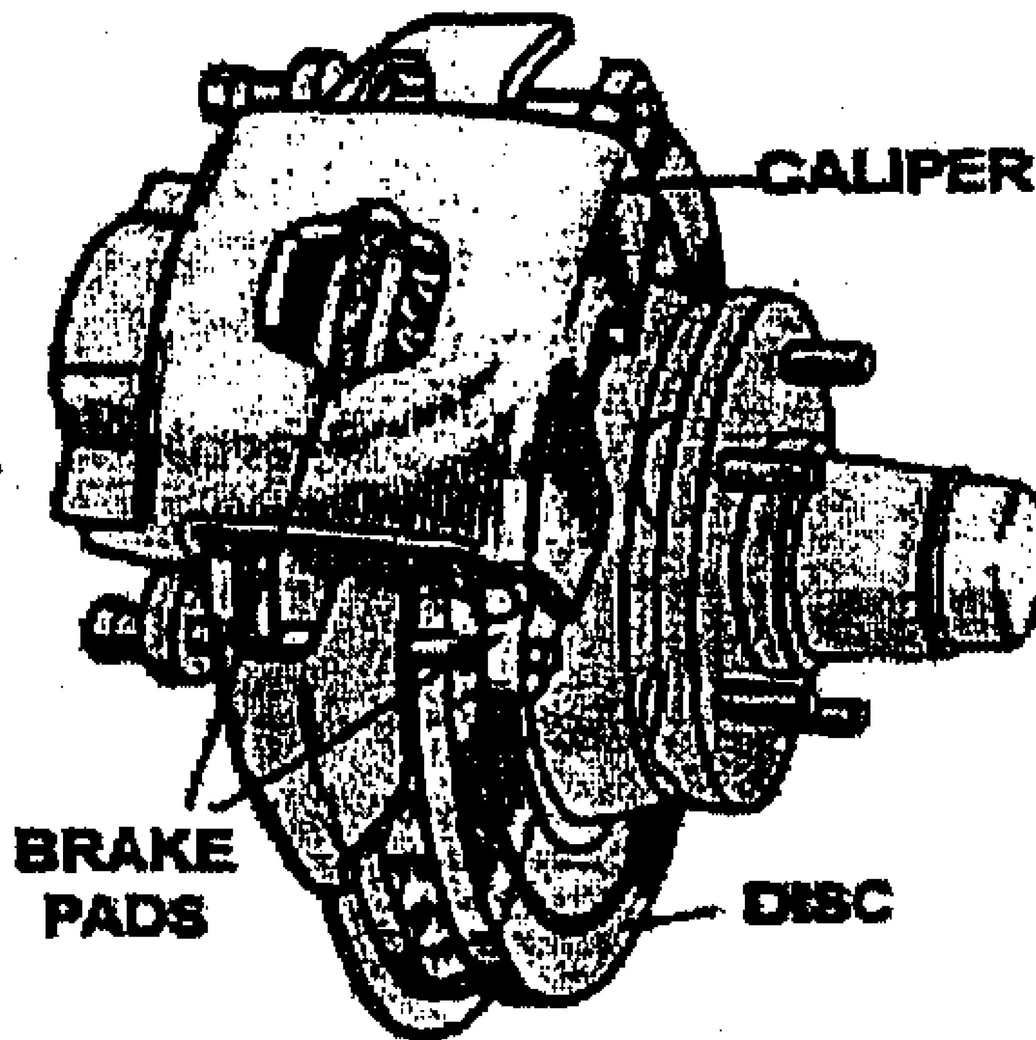
تخطيطى لمنظومة الفرامل الهيدروليكية

تزود السيارات حديثا بفرامل قرصية تشغل هيدروليكيا. فبدلا من طنبورة الفرملة يستخدم قرص صلب يعمل عليه الحذاءان بمثابة قابضين . وتوضع الفرملة القرصية القوية فى العجلات الأمامية، بينما تعمل العجلات الخلفية بالفرامل الطنبورية.

وقد تستطيع أن نبين مميزات هذا النوع من الفرامل :

١) انخفاض حملها بالنسبة لوحدة المساحة .

٢) زيادة فاعلية تبريدها (احتمال سخونتها ضئيل)

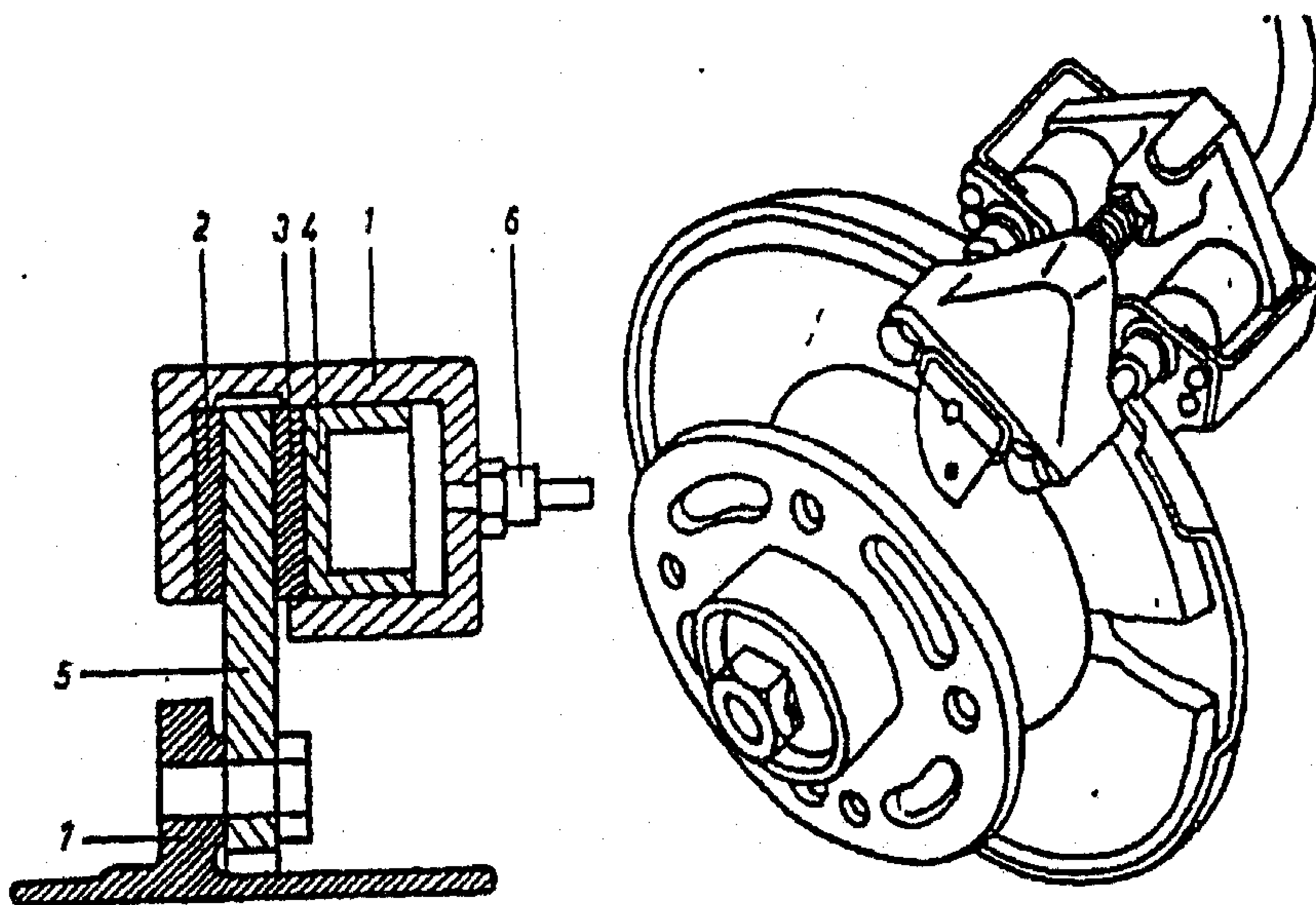


الشكل فرامل القرصية

ويوضع الشكل التصميم الأساسي للفرملة القرصية. وهناك تصميمات أخري عديدة ألا أن الفكرة الأساسية جميعاً واحدة .

وصف وطريقة أداء نوع من الفرامل القرصية

فرملة قدم تتكون أساس من حذاءين، على هيئة قطاعين دائريين، مبطنين بمادة احتكاكية، ويحصران بينهما قرصا معدنيا، ويؤثران على وجهيه عند انطباقهما عليهما – عند تشغيل الفرملة – من الخارج إلى الداخل، كما لو كانا قرصين لقابض احتكاكي، ومن ثم فإنهما يتيحان مساحة احتكاكية كبيرة. لهذا السبب فإنها تتميز عن الفرملة الانفراجية بمقدرتها الفرملية الكبيرة، فضلا عن سهولة تركيبها وضبطها وطول عمر تشغيلها.

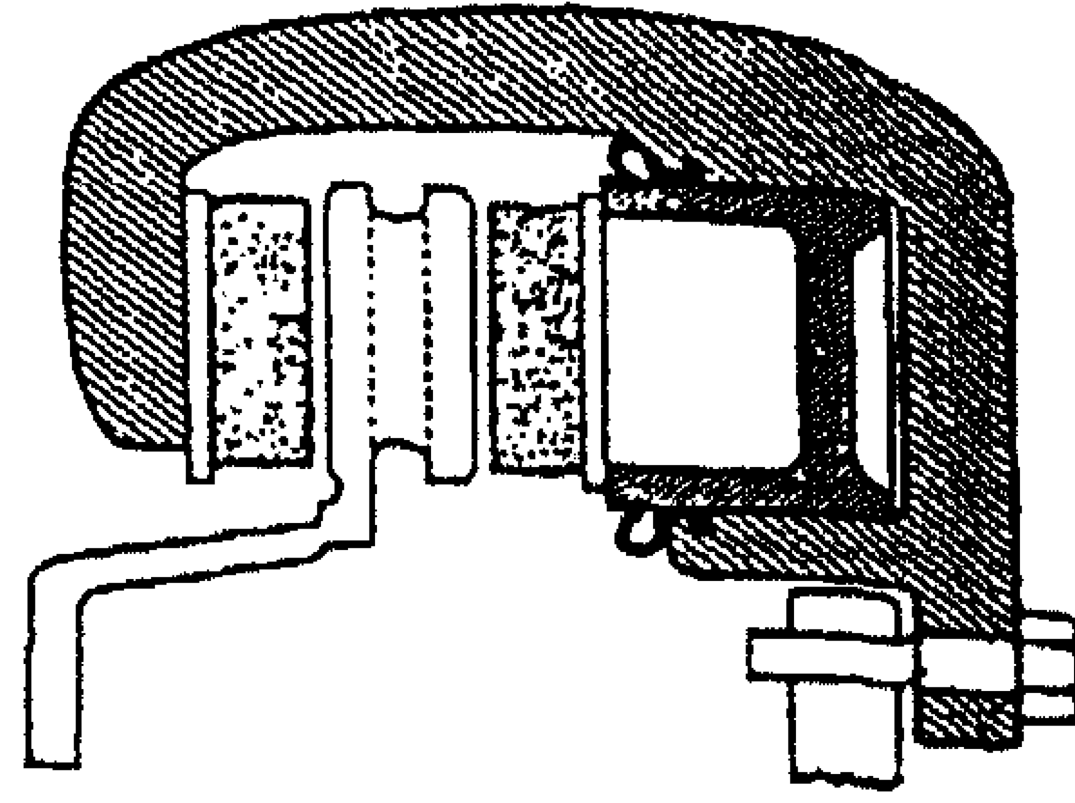


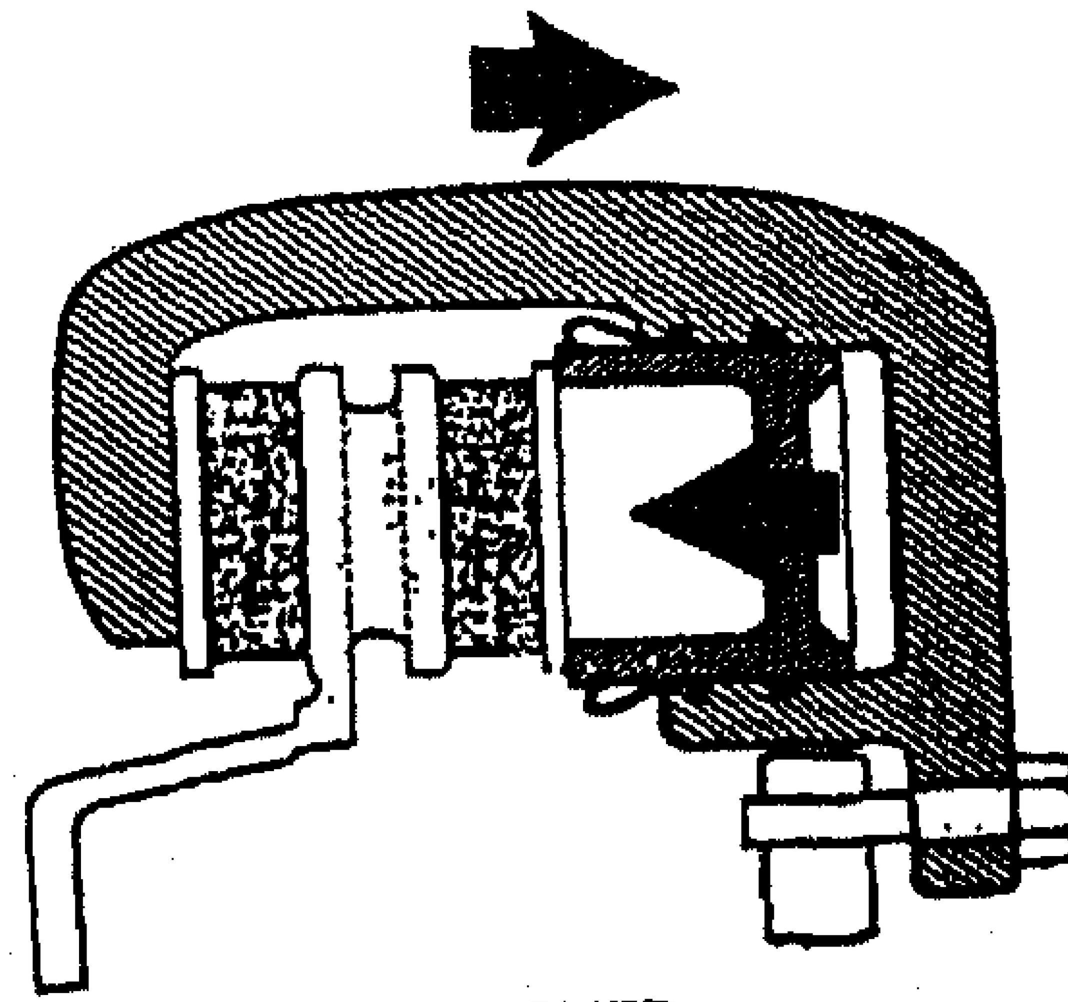
رسم تخطيطى لفرملة قرصية

١. أسطوانة الفرملة　　٢. الجزء الثابت من الفرملة　　٣. الجزء المتحرك

٤. كباس　　٥. قرص الفرملة .　　٦. خط (أنبوبة)زيت الفرملة

٧. صرة العجلة





رسم مبسط فرملة قرصية ذات سرج ثابت

في وضع تسليط القوة ووضع عدم تسليط القوة

اسطوانة لوكهيد الرئيسية Lockheed master cylinder

بعد التطورات الحديثة فى صناعة السيارات فإن الفرامل الميكانيكية لم تعد تساير التطور ولذلك بدأت الحاجة إلى الفرامل الهيدروليكية التى أمكن بواسطتها الاستغناء عن الوصلات الكثيرة في تكبير قوة البدال. وكذلك سهولة تحديد القوة المطلوبة للتأثير على كل حذاء من أحذية الفرامل على حدة حسب تصميم الفرامل لنحصل على قوة احتكاكية متساوية على جانبي الطنبور وذلك بتحديد مساحة المكبس ليؤثر على كل حذاء بكل عجله كما نريد.

وأشهر هذه الأنواع استخداما على السيارات هى الفرامل الهيدروليكية لوكيهد المستعملة على ٩٠% من السيارات والرسم يوضح قطاعا فى أحد هذه الاسطوانات

الرئيسية فى وضعه الطبيعي بدون عمل بين الثقبين الذى أمامه والذى خلفه وفى هـذه الحالة يكون كل من الثقبين متصلين بالاسطوانة وبذلك نضمن وجود زيت الفرامل دائما حول المكبس الرئيسي لضمان عدم تسرب الهواء إلى داخل مجموعة الفرامل بأى حال وكذلك لا يجب أن نسمح بتسرب الهواء إلى المواسير الموصلة للزيت المضغوط إلـى العجلات لأن وجود الهواء يحول دون نقل الضغط كاملا إلى مكابس العجلات لقابليـة الهواء إلى الانضغاط فيضيع ضغط المكبس الرئيسي فى ضغط الهواء ولا تتأثر مكابس اسطوانات العجلات كثيراً.

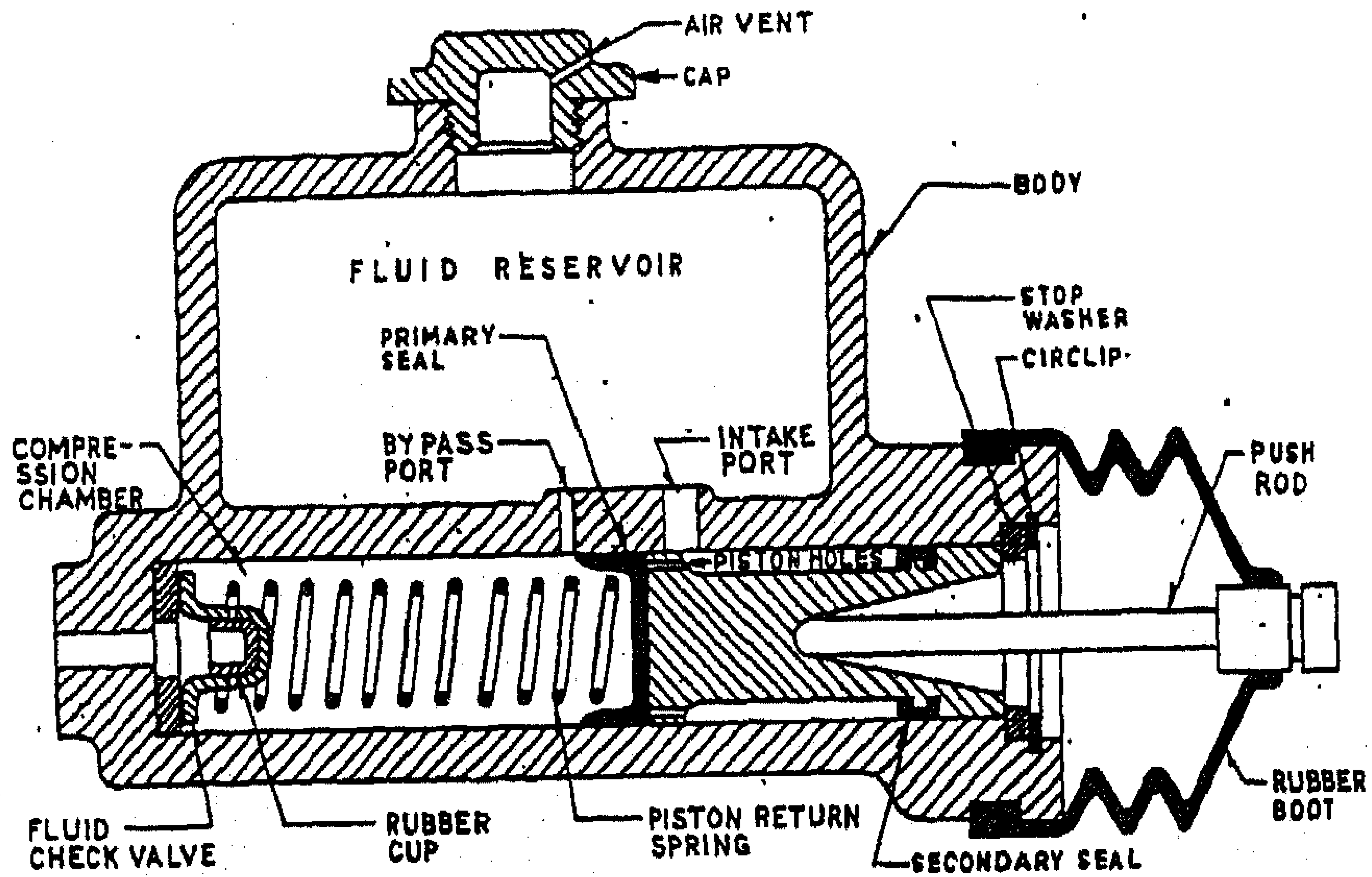


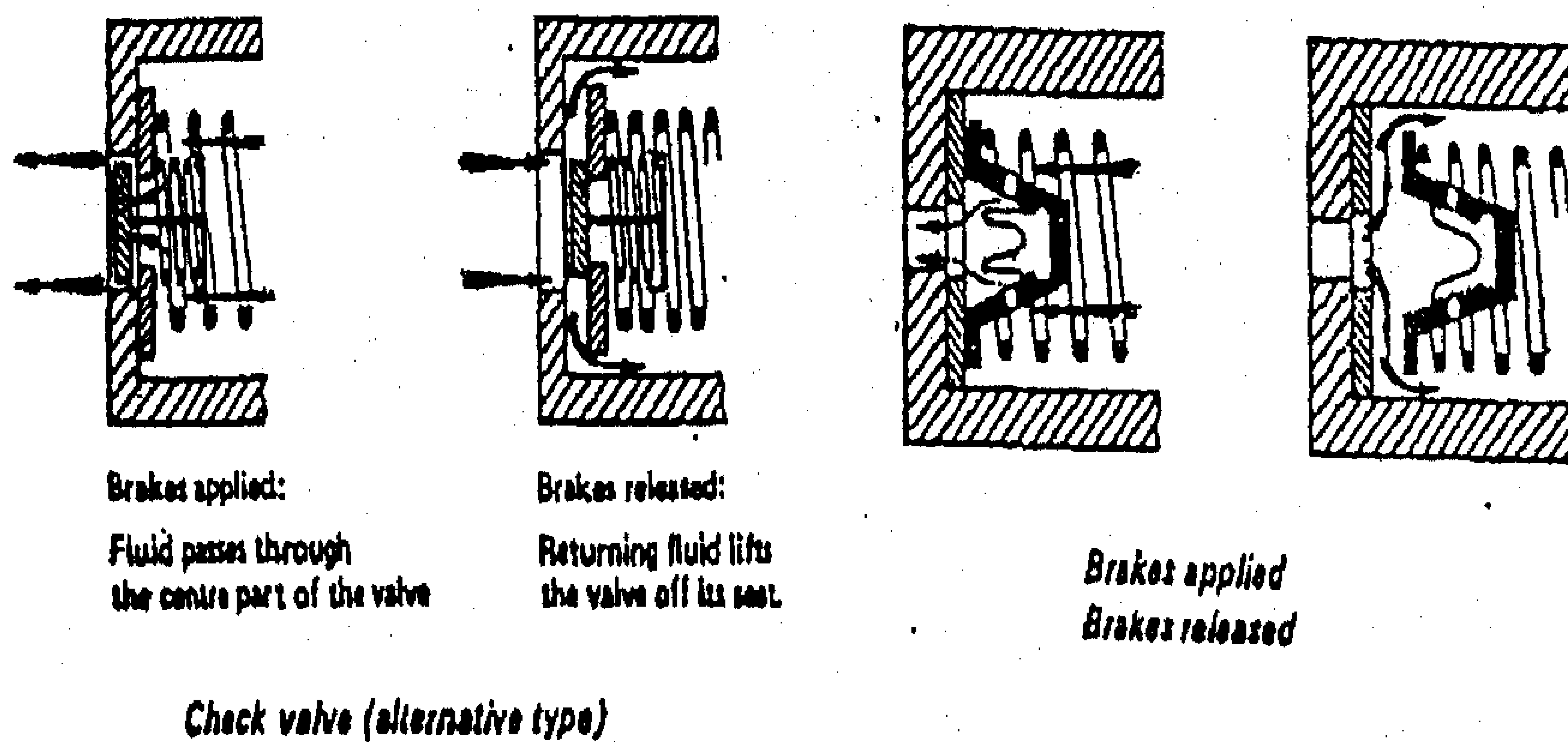
Fig. 10.26. Master Cylinder.

ومن الأجزاء الهامة فى هذا الخزان الرئيسي صمام حاكم أمام المكبس الرئيسي ويضغط عليه دائما ياي محصور بينه وبين المكبس وهذا الصمام يسمح بمرور الزيت إذا تحرك المكبس إلى الأمام فيدفع الزيت الصمام ((اللارجوعى)) ويخرج الزيت حيث ينضغط الياي الخفيف الموجود تحت الصمام والموضع بالرسم. وعند رجوع المكـبس إلى وضعه الأصلى يرجع الزيت المضغوط من المواسير إلى الاسـطوانة الرئيـسية ضاغطا الزيت على الصمام الحاكم اللارجوعي ويدور ويضغط على اليـاي الكبيـر. وعندما يصل ضغط الزيت فى المواسير مساويا تقريبا لضغط الياي بتعادل الـضغطان

علــى جهتــي الــصمام فيقفــل وبــذلك نــضمن بقــاء المواســير بهــا دائمــا زيت ضغط أعلى من الضغط الجوي وبذلك نضمن عدم تسرب الهواء الجــوى إلــى المواسير بتاتا.

وإذا تمدد الزيت فى المواسير نتيجة حرارة مثلا وزاد ضغطه يـضغط ثانيـه على الصمام ويعود إلى الخزان الرئيسي حتى يصل ضغطه إلى ما كان عليه. والرسم يوضح نوعين من صمامات تحديد الضغط أحدهما مستخدم فــى الاســطوانه الــسابق الإشارة إليها والاخر يقوم بنفس الوظيفة إلا أنه يختلف فى التكوين حيث يعتمد علــى غطاء من المطاط ينكمش ويسمح بمرور الزيت أثناء تشغيل الفرملة ويمنع عودته أثناء رجوع الزيت من المواسير الخاصة باسطوانات العجل. وكلا الصمامين يوضح الشكل وضعين لكل منهما:

الأول : وهو فى حالة التاثير على الفرامل والثاني أثناء رجوع الفرملة .



Check valve (alternative type)

أما إذا قل ضغط الزيت فى المواسير عن الضغط الجــوى فيــضغط الزيــت الصمام تحت تأثير فرق الضغط فى الخزان والمواسير ويخرج من تلقاء نفــسه إلــى المواسير ليعود الضـغط داخلها إلى ما كان عليه أعلى من الضغط الجوى بقليل.

وهكذا يتضح عمل الاسطوانه الرئيسية (Master cylinder).

ويلاحظ أنه عند رجوع المكبس إلى الخلف بعد ترك القدم للدواسة لا يرجع السائل بسرعة لأن الصمام اللارجوعى (صمام التحديد) يكون مقفولا يضغط الياي الكبير ويتغلب بعض السائل على ضغط الياي فيضغط الصمام ويفتحه وتمر كمية قليلة من الزيت ببطئ. ولذلك يحدث تفريغ أمام المكبس عقب رجوعه مباشرة مما يسبب إنكماش الكباس الكاوتشوك الذى أمام المكبس ويسمح بمرور الزيت من خلف المكبس ليعوض هذا التفريغ من الفتحات التى برأس المكبس.

ونحن نعلم أنه بعد رفع القدم عن الدواسة يكون الزيت العائد إلى الاسطوانة الرئيسية تحت تأثير ضغط يايات أطواق الفرامل التى تعمل على العوده بالأطواق إلى مكانها الأصلى .

ونظرا لمقاومة المواسير لمرور السائل لمساعدة ياى الاسطوانة على قفل الصمام (صمام التحديد) فيتأخر رجوع السائل حتى أنه عندما يريد الرجوع كاملا يجد أن الاسطوانة قد امتلأت بالزيت وذلك يرجع الزيت الزائد من الممر أمام المكبس ونظرا لصغر قطر هذا الثقب فإن ذلك يساعد على تأخير رجوع الزيت .

ولذلك إذا كان الخلوص بين الأحذية والطنبور كبيراً لدرجة أن ضغط الدواسة إلى نهاية مشوارها لا يترتب عليه تحريك الاحذية إلى أن تضغط على الطنابير فإن إعاده الضغط على الدواسة ثانية قبل أن تؤثر يابات الأحذية يساعد على اضافة كمية أخري من السائل فى أنابيب التوصيل حتى يمكن الحصول على الضغط المطلوب .

أما إذا كان الخلوص كبيراً جداً فيحسن ضبط الدواسة وخلوص الأحذية .

وكثيراً ما يحدث فرمله العجل بدون الضغط على الدواسة ((زرجنة)) نتيجة إنسداد هذه الفتحة (الممر أمام المكبس) وتمدد السائل من الحرارة وزيادة حجمه .

الاسطوانة الرئيسية الترادفية لوكهيد

Lockheed tandem master cylinder

لزيادة سلامه الطريق وخضوعا للقوانين يجب أن تستخدم اسطوانة الفرامل الرئيسية الترادفية فى نظام الفرامل الهيدروليكية.

هذه الاسطوانة الرئيسية عاده تكون أكبر وأغلى من الأنواع المفرده. كما أنها تؤدي وظيفتها (ترادفية) من خلال سلسلة أكثر تعقيداً فى التصميم .

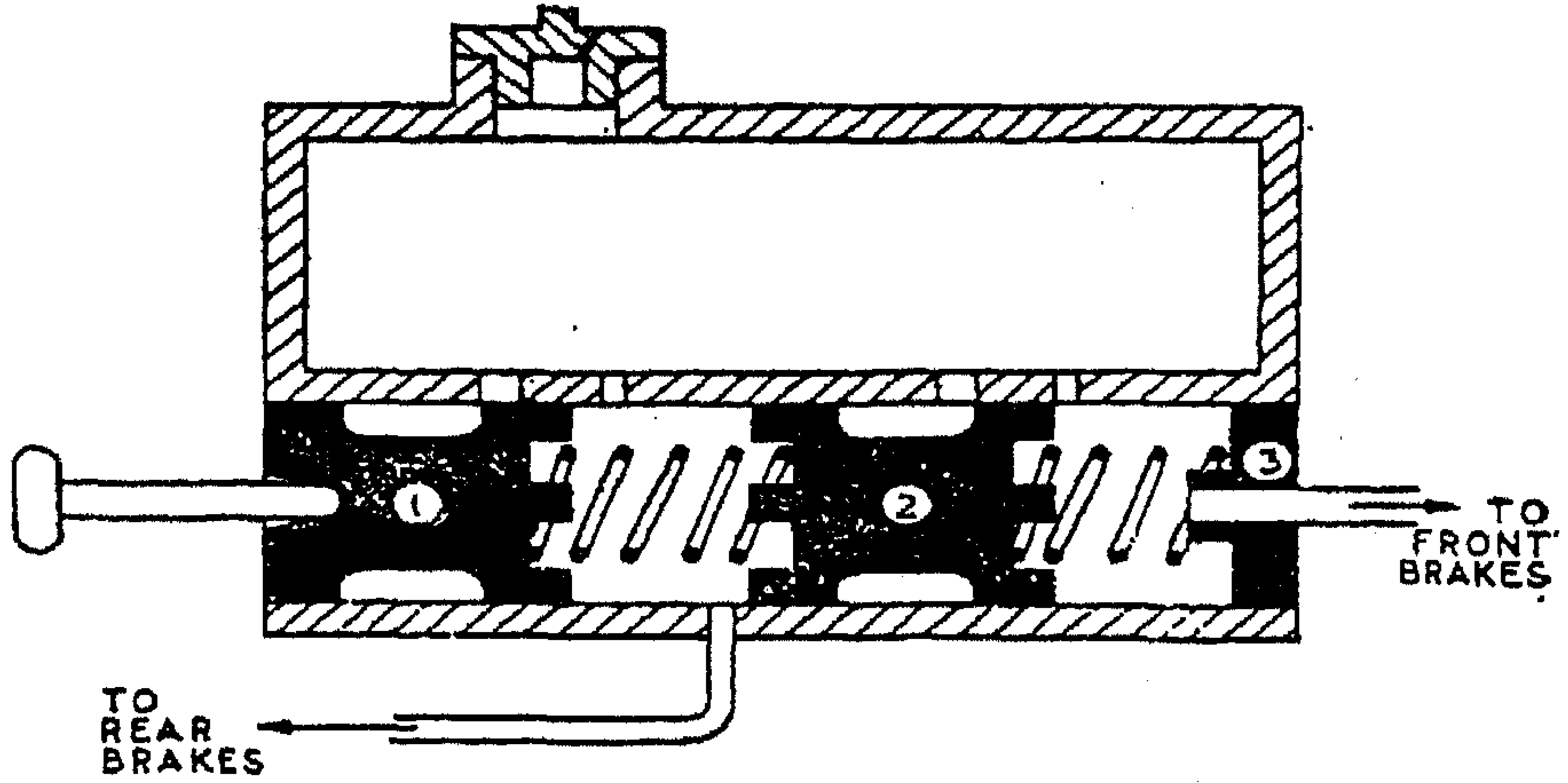
وأحد أجزاء الاسطوانة الرئيسية يقوم بمهمات الفرامل الخاصة بالمحور الأملمي والجزء الأخري يؤدي مهام فرامل المحور الخلفي.

وكل جزء له خزان خاص مزود به وفى حالة وقوع ما هو غير محتمل لأحد الأجزاء من الجزئين وعجزه عن قيامه بأداء وظيفته فإن الجزء الأخر يمد الفرامل بعمل الجزء العاجز ولو أن الحركة الفعلية (مشوار) للبدال سوف تزداد زيادة طفيفة.

والشكل يوضح المبادئ الأساسية فى تشغيل الاسطوانة الرئيسية الفعلية والشكل يوضح، الفرامل فى وضع عدم التشغيل .

عندما يكون بدال الفرامل مضغوط يوضح ذلك من الشكل (٣) يدفع ذراع المكبس (A) بقوة إلى الإسطوانة والتى تزيد من ضغط السائل بين المكبس وماسورة النقل الهيدروليكية مندفعا إلى الفرامل الأمامية. وفى نفس الوقت ضغط السائل يؤثر على المكبس(B) والذى يتحرك أيضا إلى الأمام ناقلا الضغط الهيدروليكي إلى الفرامل الخلفية عندما تكون أداء الوظيفة عادي فإن الضغط الهيدروليكي الواصل إلى نظام الفرامل الأمامية والخلفية يكون متساوي .

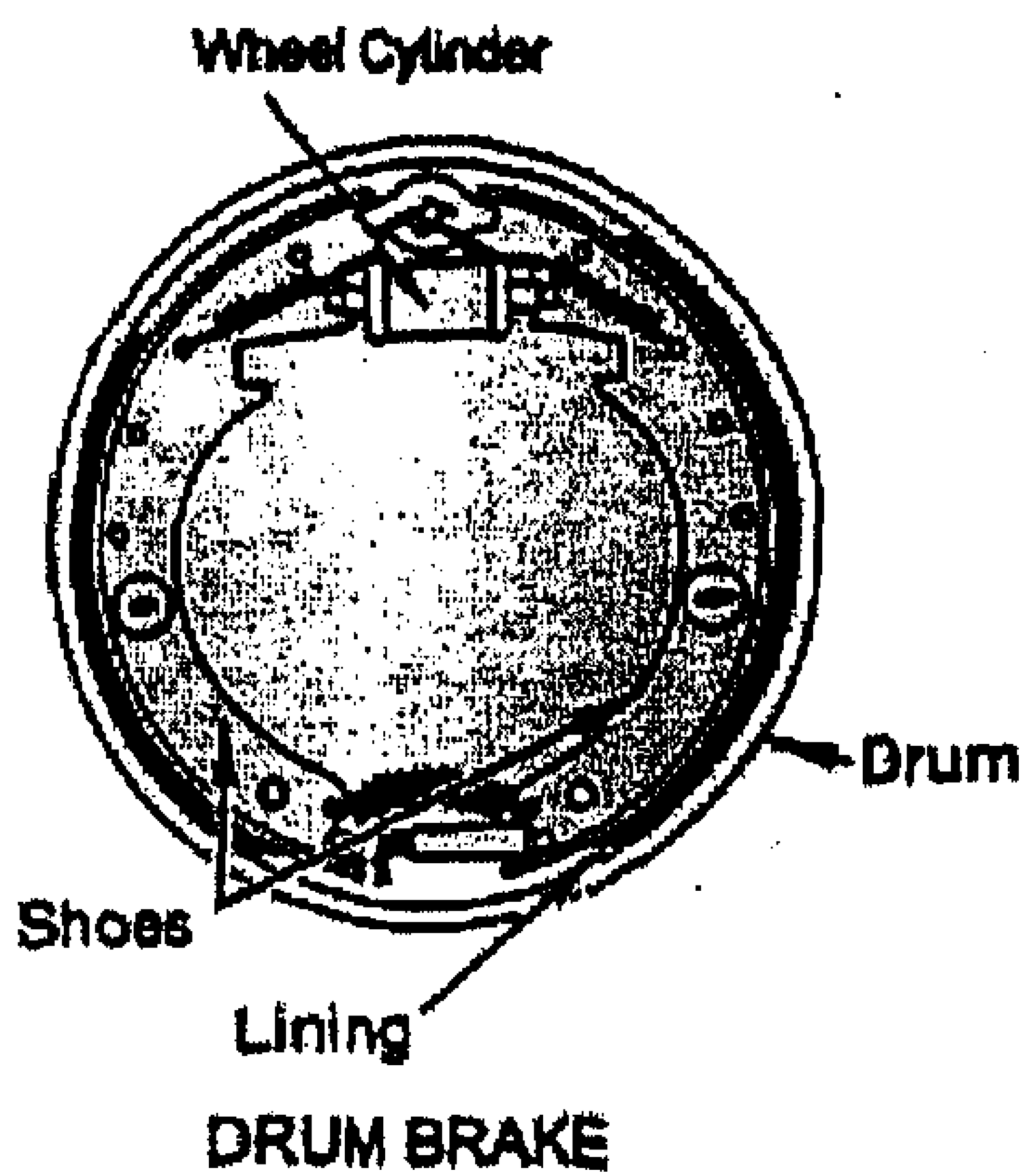
وفى حالة وقوع انهيار وفشل لنظام الفرامل الأمامية كما هو موضح بالشكل (٢- أ) فيحدث تلامس بين المكبسين (A)، (B) ويندفع السائل إلى مجموعة الفرامل الخلفية.



قطاع فى إسطوانة ترادفية فى حالة الكبح (الفرملة)

فرامل الطوق Drum Brake

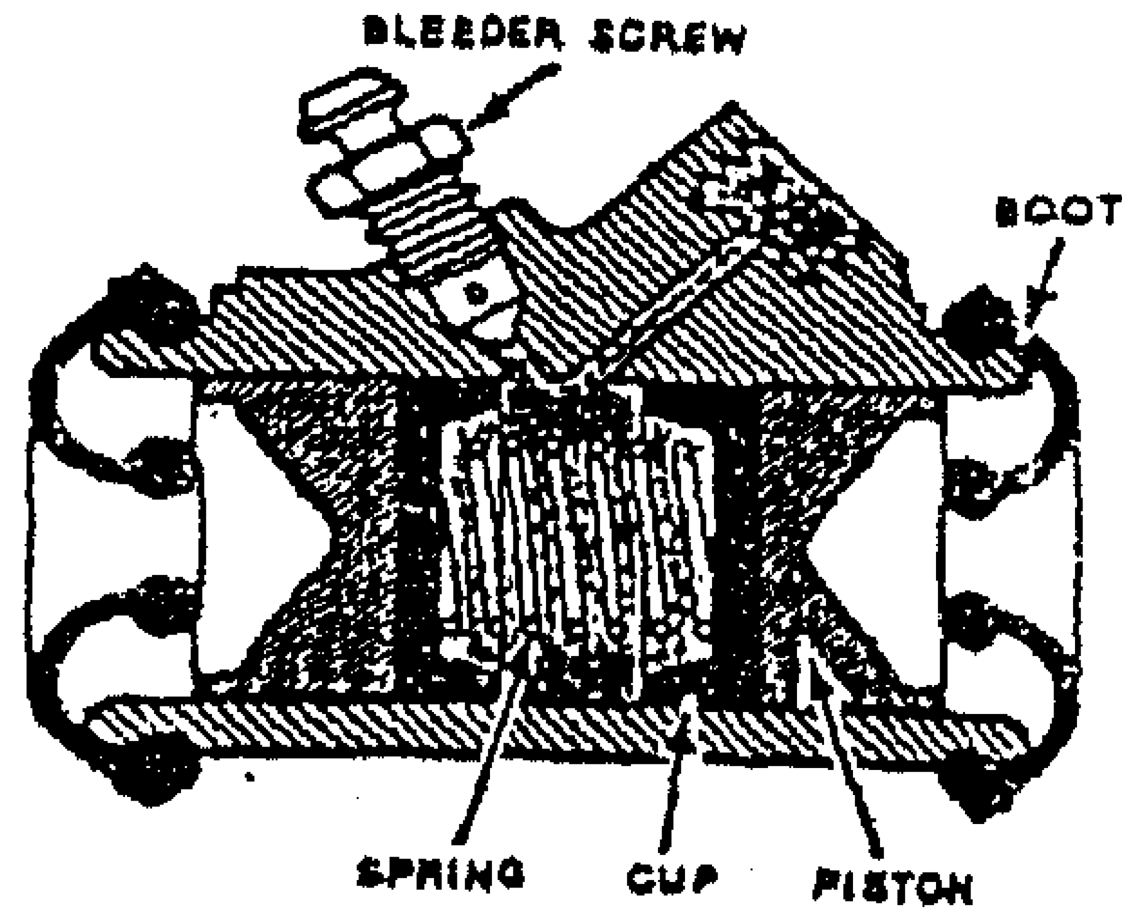
الشكل يوضح فكرة عمل منظومة فرامل الطوق حيث تتكون من طوق Drum مصنوع من الحديد الزهر ومثبت بالإطار بواسطة مسامير وبالتالى يدور مع الإطار بنفس سرعته. بداخل هذا الطوق يوجد لوحين معدنيين مصنعان بحيث يكون شكلها يأخذ نفس الشكل الدوراني وتعرف هذه الألواح بأحذية الفرامل Brake shoe يثبت عليها المواد الاحتكاكية Friction material بواسطة اللزق أو البرشام. وأحذية الفرامل يتم تركيبها على محور العجلة بحيث تكون ثابتة فى جسم السيارة وبالتالى عند تسليط القوى الفرملية فيحدث احتكاك بين سطح الطوق الداخلى والمتحرك مع العجلة وسطح مادة الاحتكاك الثابتة وبذلك يتم توليد عزم فرملي معاكس للحركة والشكل يوضح أجزاء فرامل الطوق .



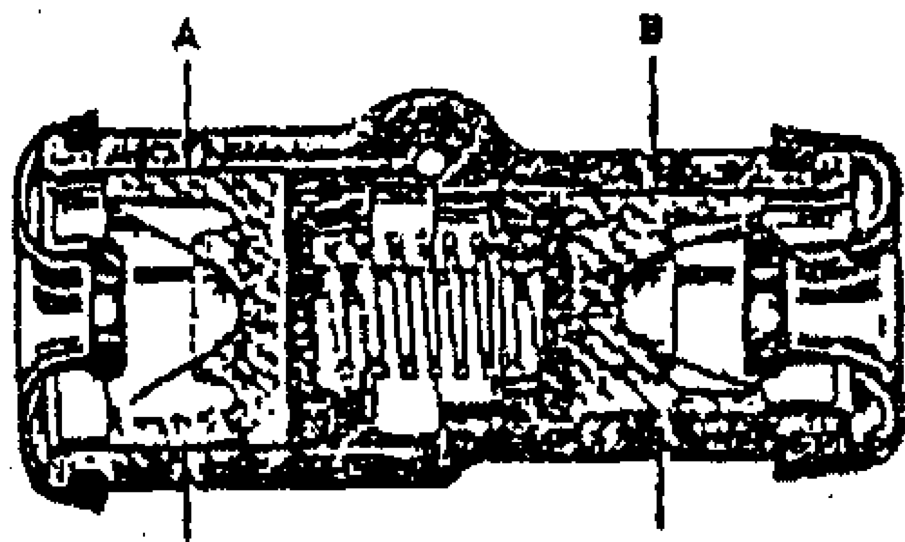
DRUM BRAKE

أسطوانة تشغيل العجلات Wheel cylinder

يوضح ثلاثة تصميمات مختلفة لاسطونات العجلات والتى تستخدم فى فرامل الطنبور. النوع الأول ذى المكبسين والشائع الاستخدام الشكل (أ) والنوع الثاني ذى المكبس الواحد الشكل (ب). والهدف من هذه المكابس هو تحويل ضغط الزيت إلى حركة ميكانيكية تعمل على انفراج أحذية فرامل الطنبور إلى الخارج ليحدث تلامس بين تيل الفرامل (المادة الاحتكاكية) والسطح الداخلى للطنبور، أنظر الشكل وبالتالى توليد العزم الفرملى المطلوب والذى يتوقف قيمته على ضغط الزيت وحالة الأسطح الأحتكاكية.

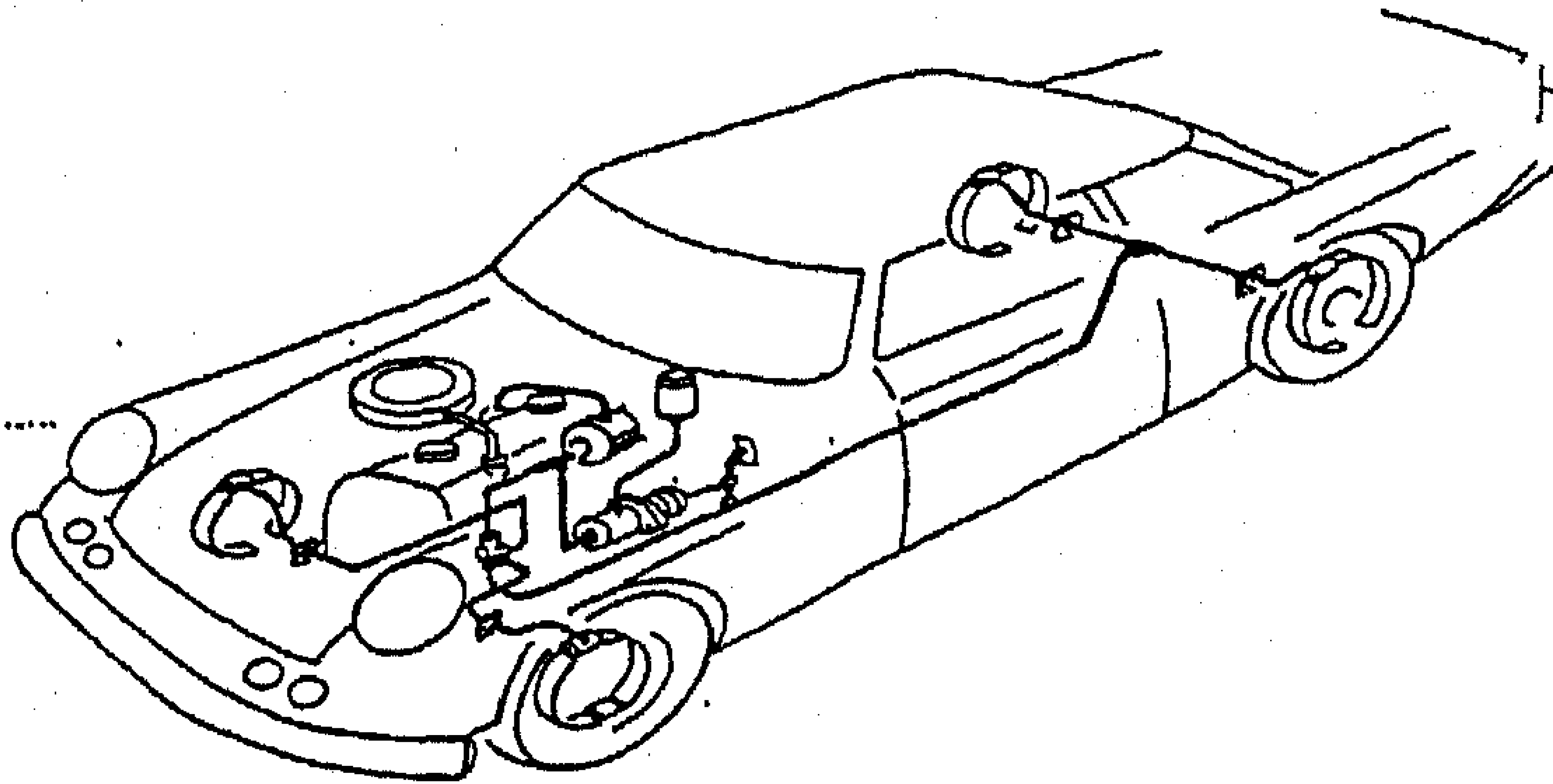


(أ) اسطوانة ذات مكبسين متساويان فى المساحة

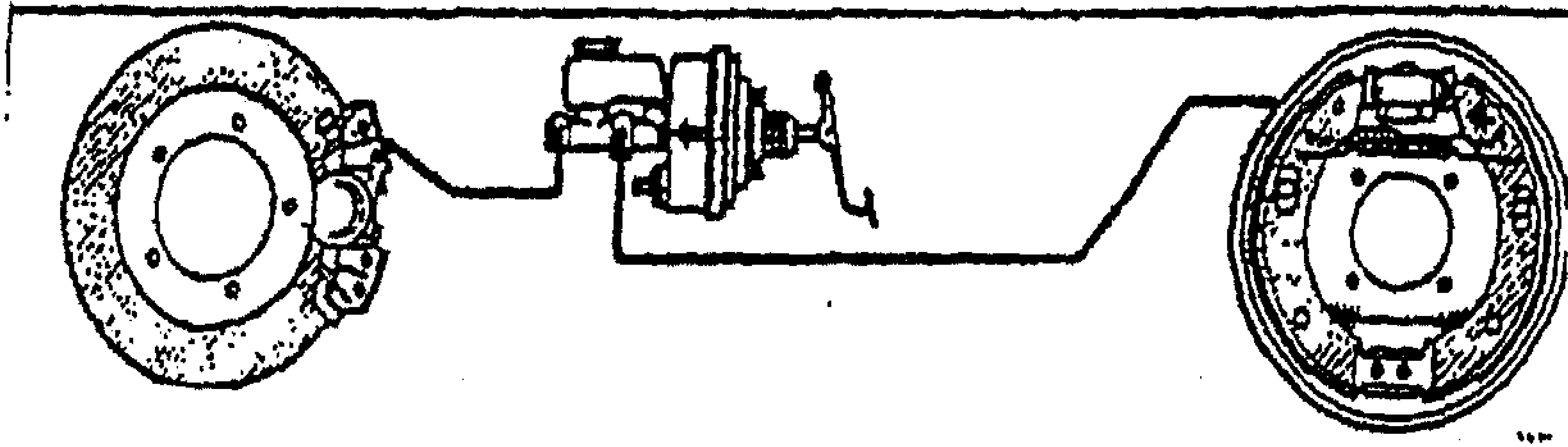


(ب) اسطوانة ذات مكبسين مختلفان فى المساحة

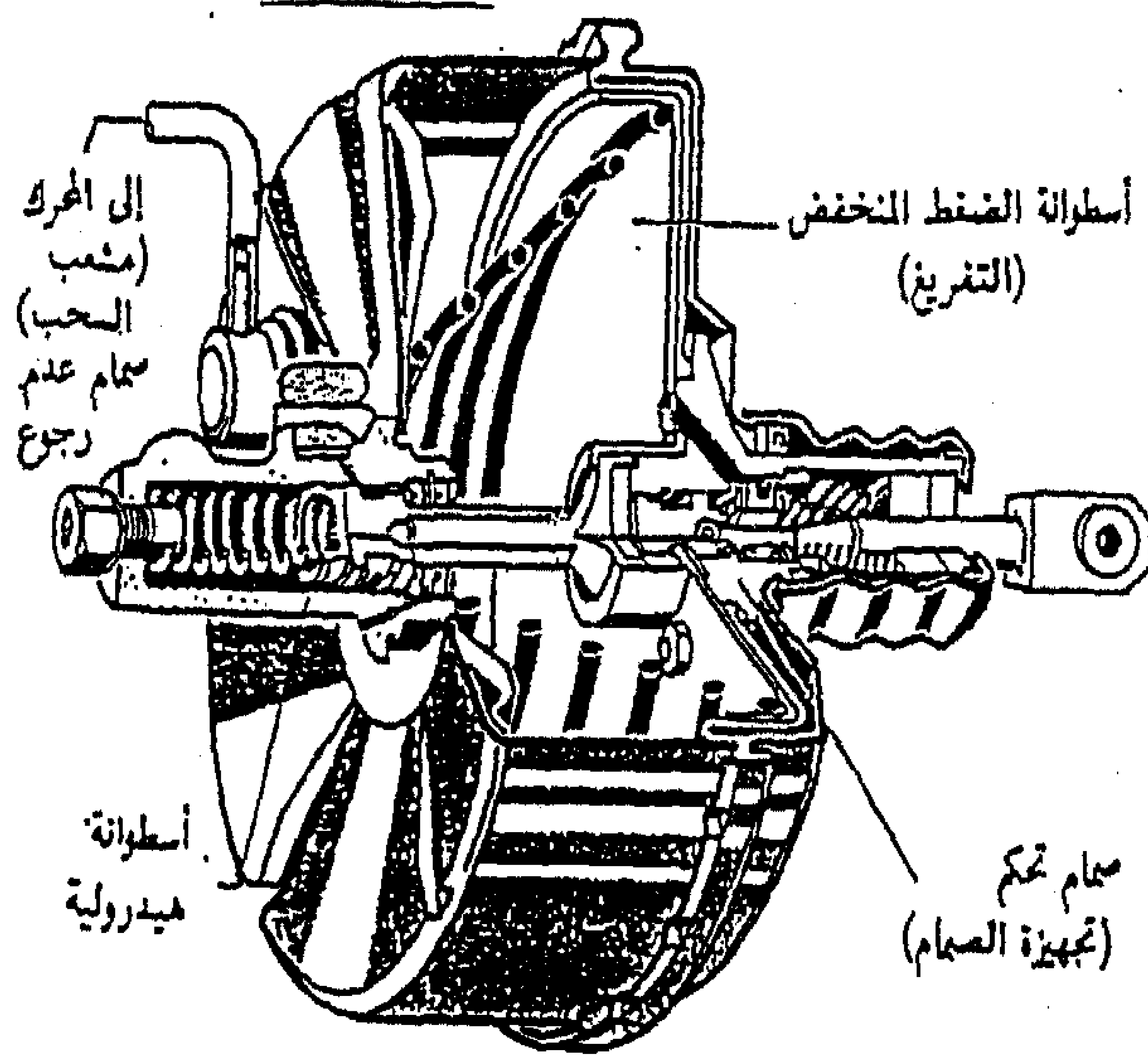
المؤازر (المضخم)



مضخم (مؤازر) الفرملة بالضغط المنخفض (التفريغ) مثبت بعيداً عن دواسه الفرامل. ويجب استخدام اسطوانة رئيسية مساعدة يثبت عليها المؤازر بشفه(فلانشة) .



مضخم (مؤازر) قوة الفرملة يعمل بالضغط المنخفض وله أسطوانة رئيسية ترادفية. يؤثر الضغط على الاسطوانة الرئيسية مباشرة فى حالة عطب المؤازر وفى هذه الحالة يجب استخدام قوة قدم أكبر للحصول على نفس التاثير الفرملي للمؤازر.



" جهاز المؤازرة التخلخلي"

المؤازر التخلخلي Vacuum booster

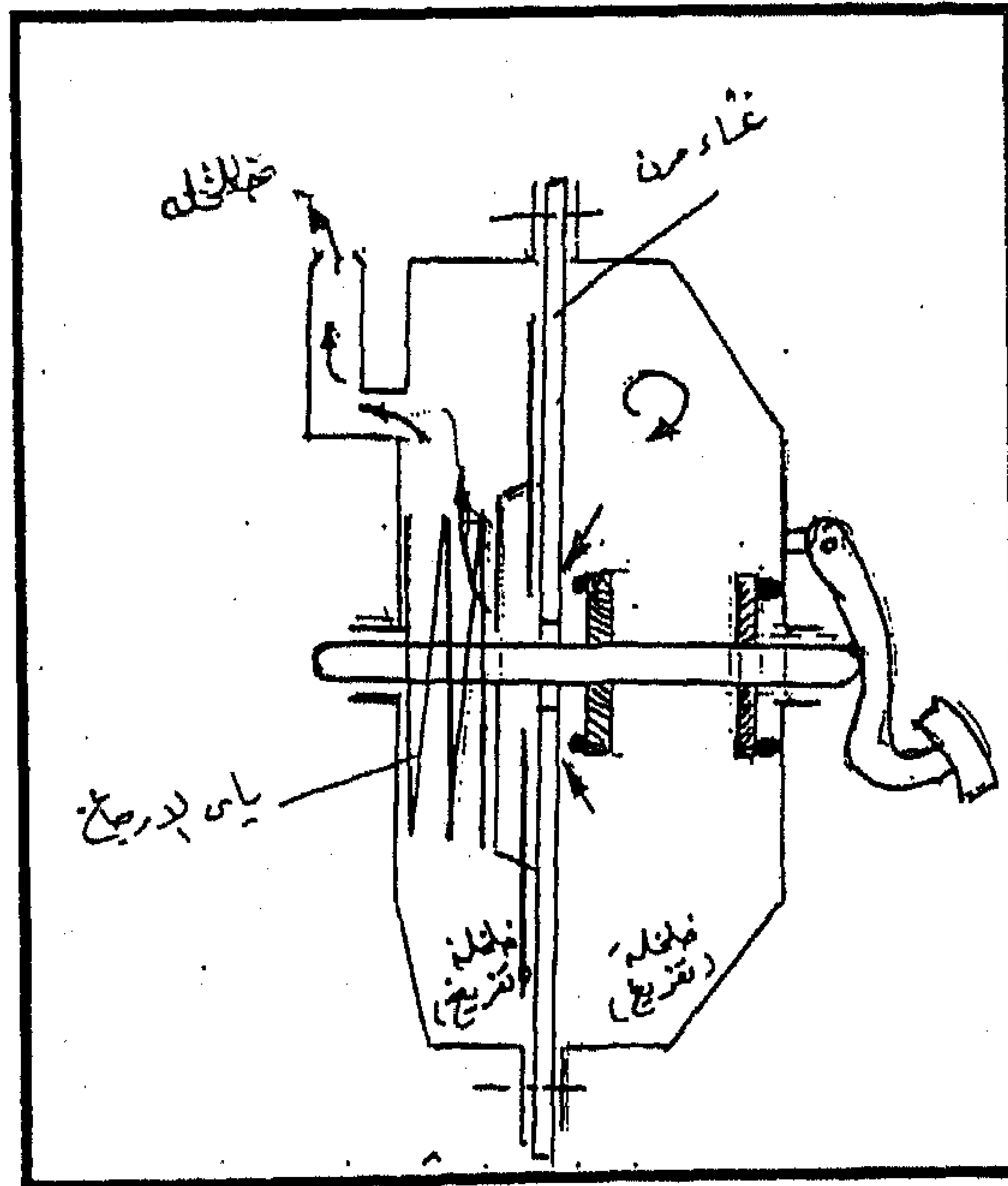
معظم السيارات الحديثة مزودة بوحـــدة مـــؤازرة تخلخلـــي وذلـــك لتحقيـــق الأهداف الآتية:

١. تقليل الجهد المبذول من قائد السيارة أو المعدة للضغط على دواسة الفرامل.

٢. تقليل مسافة تحرك بدال الفرامل لتماثل نفس مسافة تحرك بدال الوقود .

وفكرة عمل المؤازر التخلخلي هو استخدام التخلخل الذى يحدث فى مجمع السحب لمحركات البنزين وفى حالة محركات الديزل يتم استخدام مضخة تخلخل Vacuum pump فى توليد قوة إضافية تساعد فى تشغيل مكبس اسطوانة التشغيل الرئيسية الشكل يوضح رسم مبسط لفكرة عمل المؤازر التخلخلي وهو يتكون من اسطوانة بها مكبس يتصل هذا المكبس (رداخ) من الجهة اليسرى بساق الدفع الخاص بتشغيل الاسطوانة الرئيسية للفرامل ومن الجهة اليمنى بدواسة الفرامل ويقسم الرداخ الجهاز من الغرفتين أحدهما يتم توصيله بضغط أقل من الضغط الجوي (تخلخل) والجهة الأخري من المكبس يتم تعرضه للضغط الجوي ونتيجة لفرق الضغط ومساحة المكبس تتولد قوة دفع تعمل على مساعدة قائد السيارة وتقليل الجهد والمشوار المبذول .

وفى حالة عدم الحاجة إلى التأثر الفرملي فإن الصمام الموجود على الجهة اليمين للرداخ يعمل على غلق مسار التخلخل وتوصيل الضغط الجوي إلى الجهة اليمني للمكبس وبالتالي يتعادل الضغط على جانبي المكبس حيث لا يتولد أى قوة فى أى اتجاه والشكل يوضح تركيب وحدة المؤازرة فى منظومة الفرامل.



رسم مبسط لجهاز المؤازرة التخلخلي فى حالة عدم التشغيل .

فرملة اليد (التوقف)

تتألف فرملة الوقوف عند تركيبها على أحد أعمدة نقل الحركة من الطوق المتصلة مع عمود نقل الحركة الخلفية (عمود الكردان) وذراع ثابت، يربط على الغطاء الخلفي لصندوق السرعات. ويبين الشكل فرملة وقوف آلية من النوع الطوقي. يركب على القرص ٨، حذائي الفرملة ٤ وآلية انفكاك (من الأعلي) وآلية تحكم (من الأسفل).

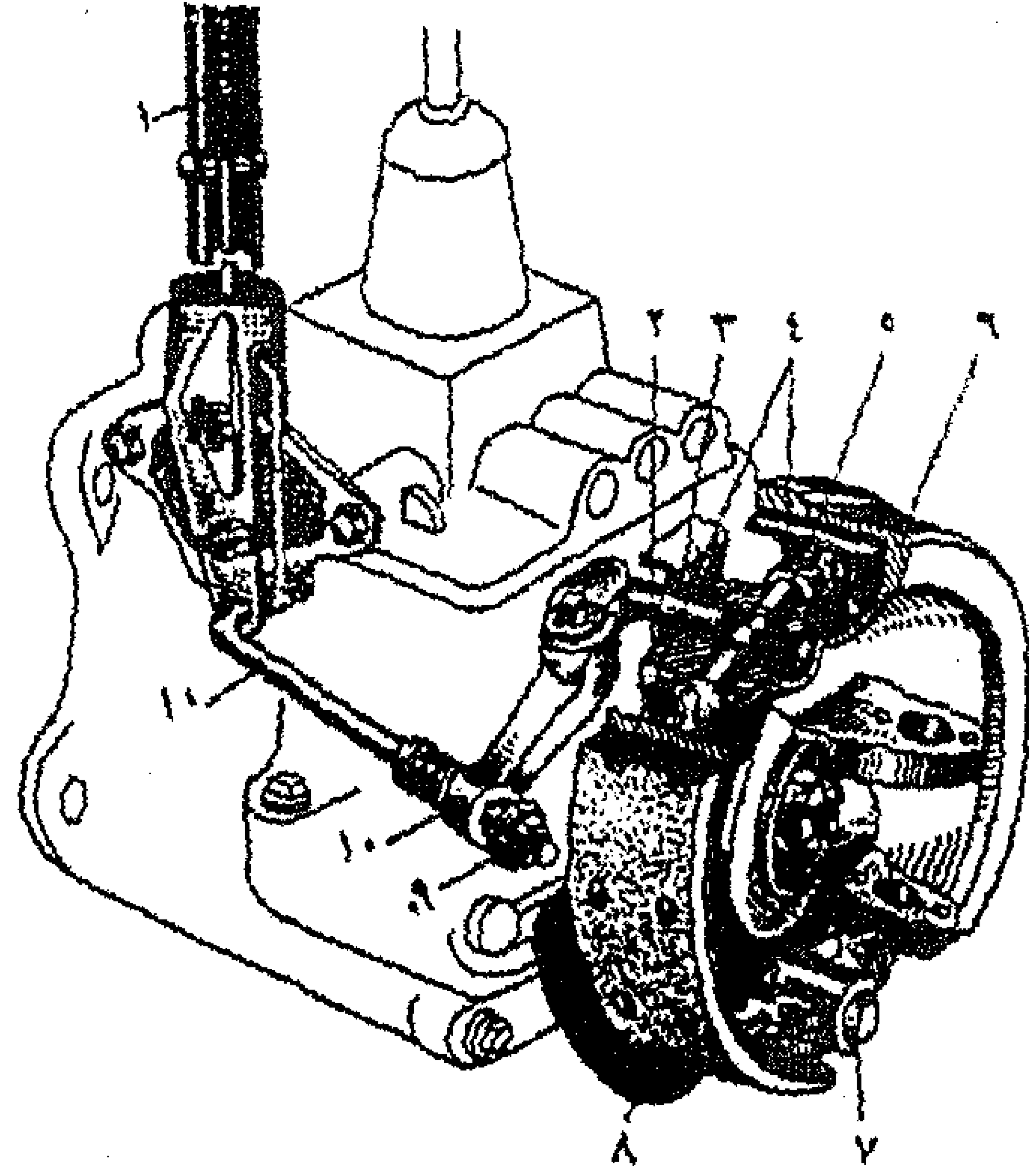
تتألف آلية الانفكاك التي تشغل الحذائين ، من الهيكل ٢ الذي يوجد فيه الدافعان ٥. وتوجد في طرفي الدافعين، شقوب يدخل فيها القسم العلوي من ضعلي قبقابي الفرملة . ويكون الدافعان تحت تأثير قضيب الانفكاك ٣ ، الذي تركب فيه الكرات التي تنقل إلى الخارج، عبر الفتحات المصنوعة في القضيب عند الفرملة تزيح العتلة ١٠ القضيب الذي يدخل بين الدافعين فتبعد الكرات، اياهما وترغم بذلك الأحذية على الانضغاط على الطوق ٦.

عند اطلاق العتلة ١ يعود القضيب ٣ إلى الوضع الأولي، بينما يبتعد حذائي الفرملة عن الطوق بتأثير النابضين الانكماشيين.

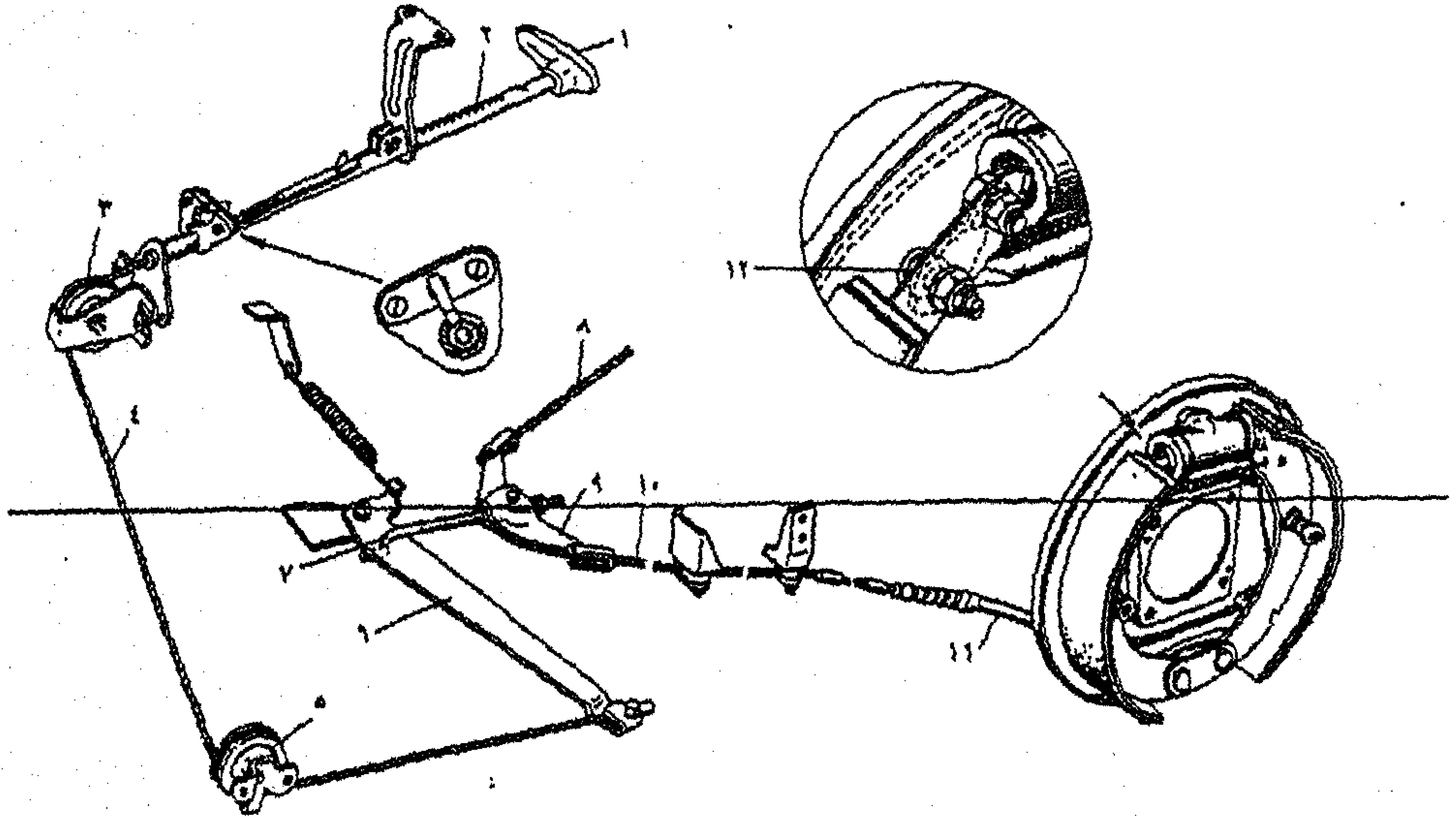
يثبت الخلوص الضروري بين الأحذية والطوق بواسطة لولب التحكم ٧، أما صامولة التحكم ٩ فتضبط طول المقود ١١ الذي يحدد شوط العتلة ١ .

توجد في فرملة الوقوف المؤثرة على أحذية فرملة العجلات الخلفية وسيلة إدارة يدوية حبلية الشكل توضع العتلة ٢ ذات المقبض ١، تحت لوحة الأجهزة وتتصل العتلة مع الحبل المعدني الأمامي ٤ الذي يستخدم البكرتين ٣ و٥ لأجل توجيهه ويربط الحبل المعدني ٤ على نهاية العتلة الوسيطة ٦ يتصل القضيب ٧المركب على العتلة مع الموازن ٩ . وتربط العتلة الوسيطة مفصليا على حامل خاص

يوزع الموازن ٩ جهد الفرملة بصورة متساوية ويتم نقل الجهد بعد ذلك بالحبلين المعدنيين ٨ و ١٠ إلى آليتي فرامل العجلتين الخلفيتين اليمين واليسري ويدخل الحبلان في داخل الآليتين عن طريق أنبوني التوجيه ١١ الملحومين في ذراع الفرملة ويتصل طرفا الحبلين المعدنيين مع عتلتي الانفاكاك، المؤثرة عبر الواح المباعدة على أحذية الفراملة .



فرملة وقوف آلية :
١ – عتلة الفرملة ، ٢ – هيكل آلية الانفكاك ، ٣ – القضيب الانفكاك ، ٤ – قبقابا الفرملة ، ٥ – دافعان ، ٦ – طبلة الفرملة ، ٧ – لولب التحكم ، ٨ – القرص الثابت ، ٩ – صمولة التحكم للمقود ، ١٠ – العتلة الوسيطة للادارة ، ١١ – مقود الادارة



فرملة الوقوف المؤثرة على العجلات الخلفية :
١ – المقبض ، ٢ – العتلة ، ٣ و ٥ – بكرتا الحبل المعدل ، ٤ – الحبل المعدل الامامي ، ٦ – العتلة الوسيطة ، ٧ – القضيب ، ٨ و ١٠ – الحبلان المعدلان لآليتي الفرملة ، ٩ – موازن الفرملتين ، ١١ – الانبوب ، ١٢ – المحور اللامتمركز لعتلة الانفكاك

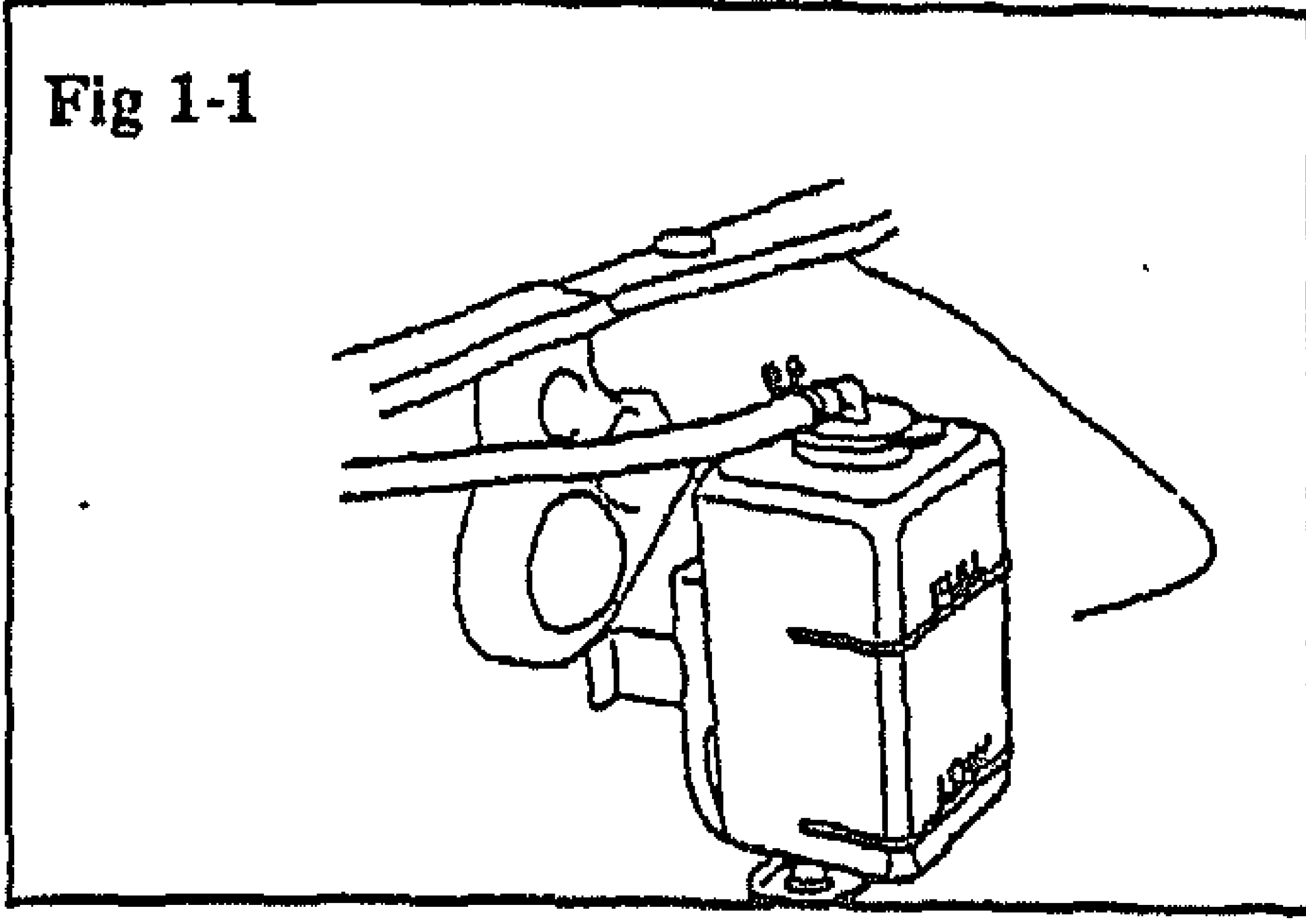
تتأرجح عتلة الانفكاك على المحور اللامتمركز ١٢، المربوط على حذاء الفرملة. وبتدوير المحور ينتظم وضع عتلة الانفكاك بالنسبة للوح المباعدة وتتوقف العجلتان الخلفيتان عند سحب المقبض بالإدارة الحبلية المؤثرة على عتلة الانفكاك وتعود العتلة المذكورة بعد ازالة الفرملة إلى الوضع الأولي بتأثير النابض .

الإختبارات والصيانة

دورة التبريد :

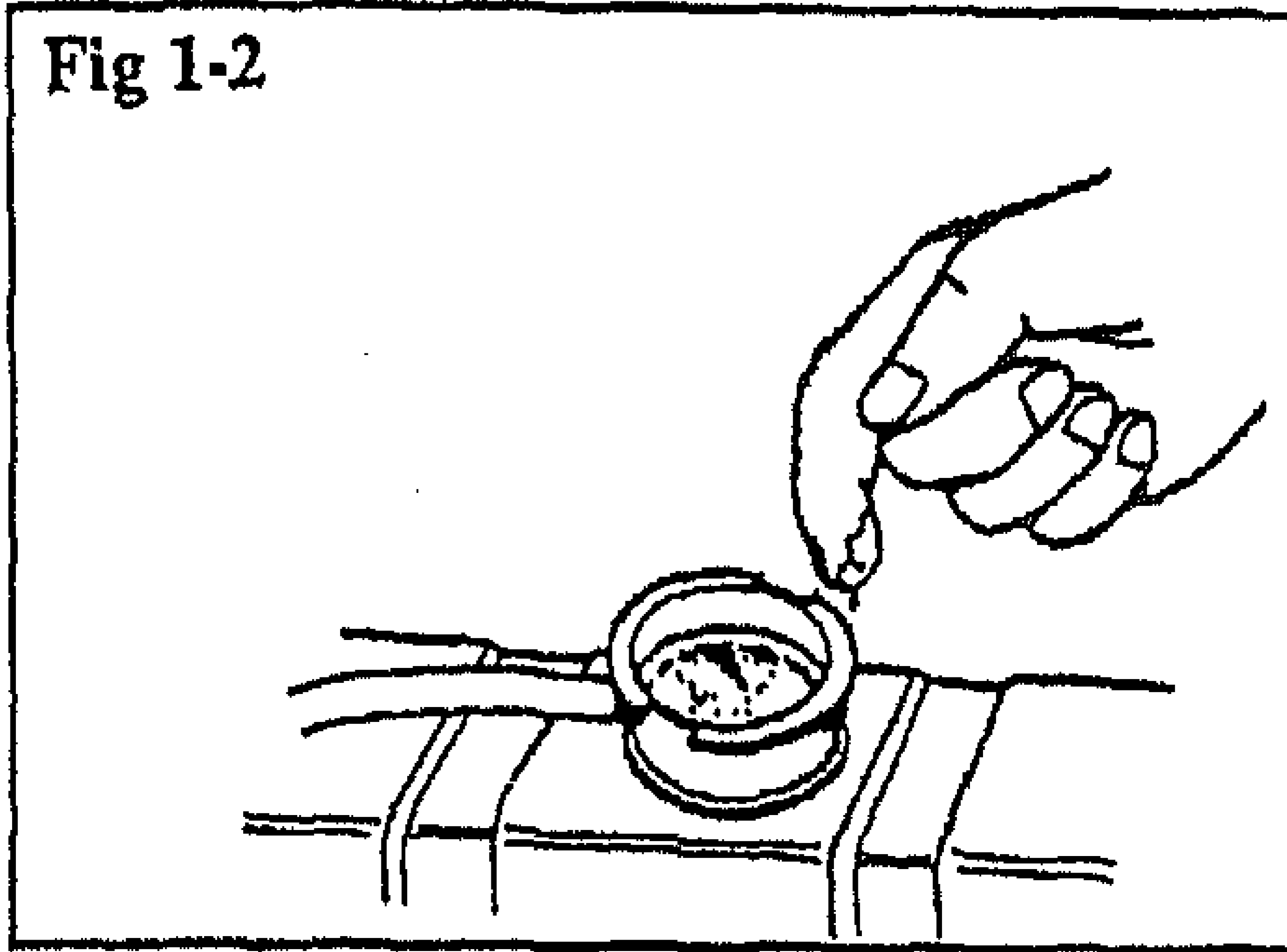
اختبار مستوى المياه

إذا كان مستوى المياه منخفض قم بملء الخزان (القربة حتى خط FULL) .


Fig 1-1

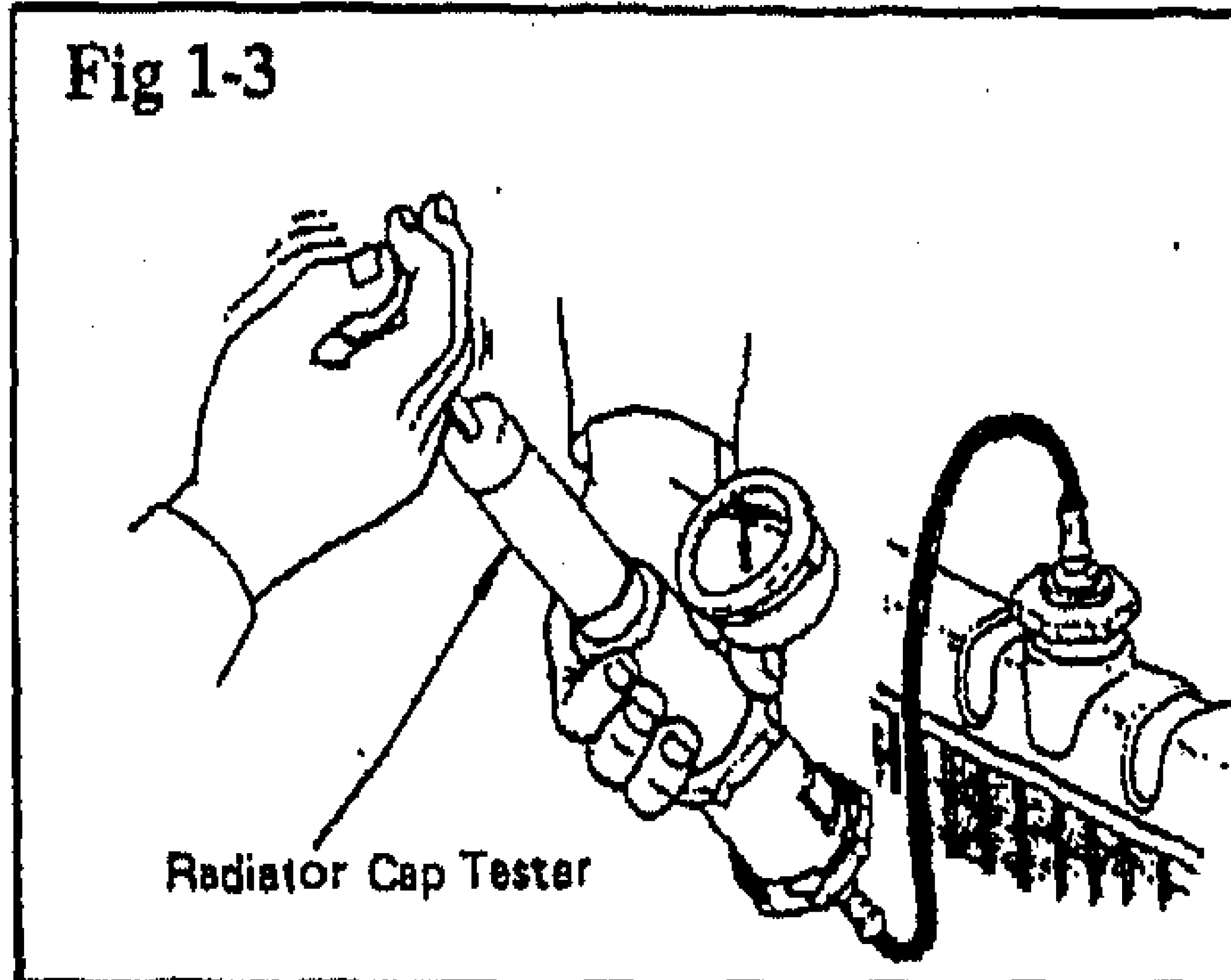
فحص سائل التبريد:

تأكد من عدم وجود زيوت أو صدأ أو رواسب قشرية بالماء.


Fig 1-2

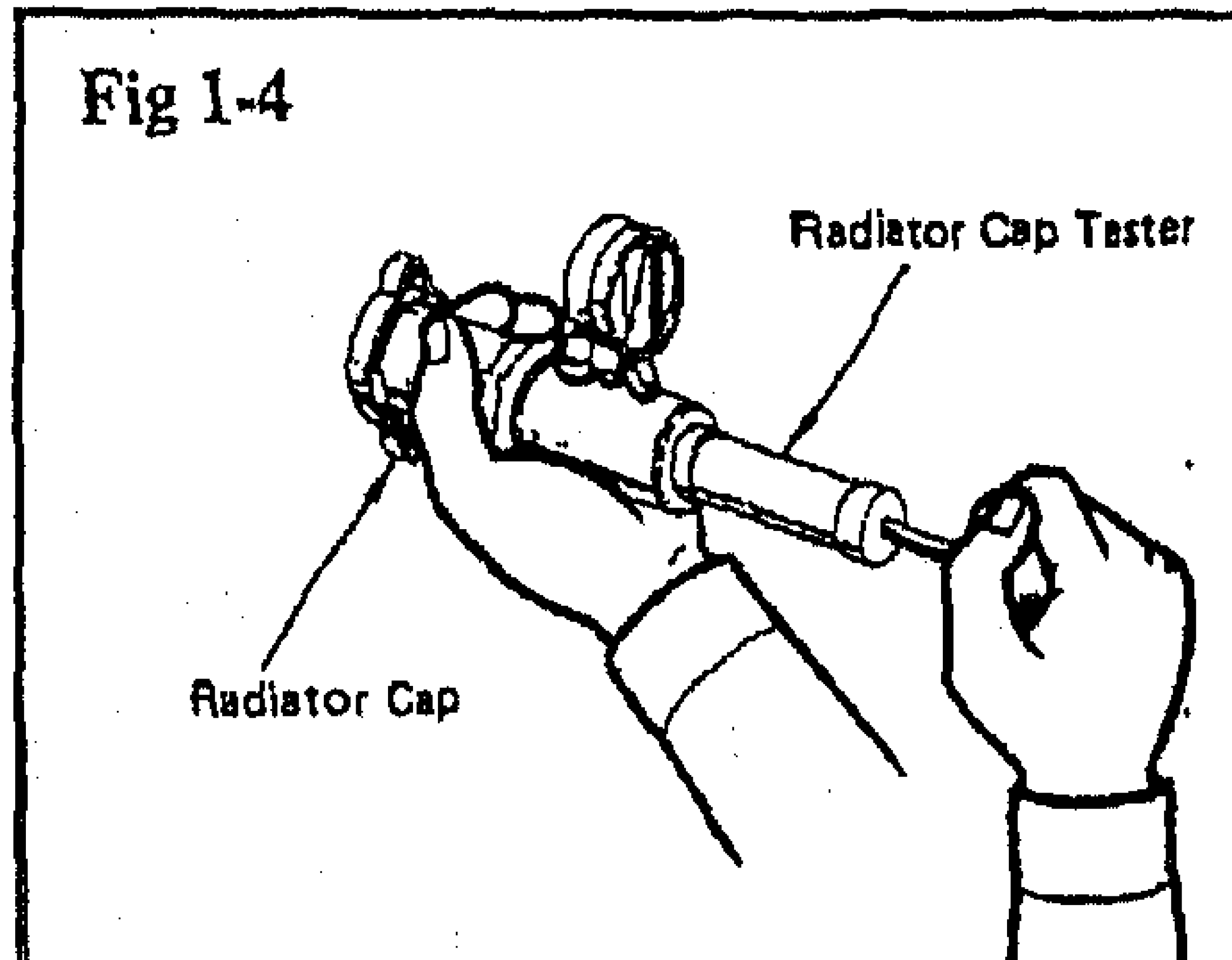
اختبار حبك الدائرة:

باستخدام مضخة تخلخل خاصة باختبار المشع يتم تركيبها مع غطاء المشع كما بالشكل ثم يسحب الذراع للخلف ويجب أن يستقر المؤشر على قيمة التخلخل الناتجة عن عملية السحب وإلا كان هناك تسرب من المشع أو الخراطيم أو المضخة.


Fig 1-3

فحص عمل غطاء المشع :

باستخدام مضخة التخلخل الخاصة باختبار المشع يتم تركيب الغطاء على المقدمة كما بالشكل وتسليط ضغط تخلخلي بسحب الذراع ويتم استبدال الغطاء إذا فتح الصمام عند ضغط أقل من ٠,٦ إلى ٠,٧٥ كجم / سم٢.

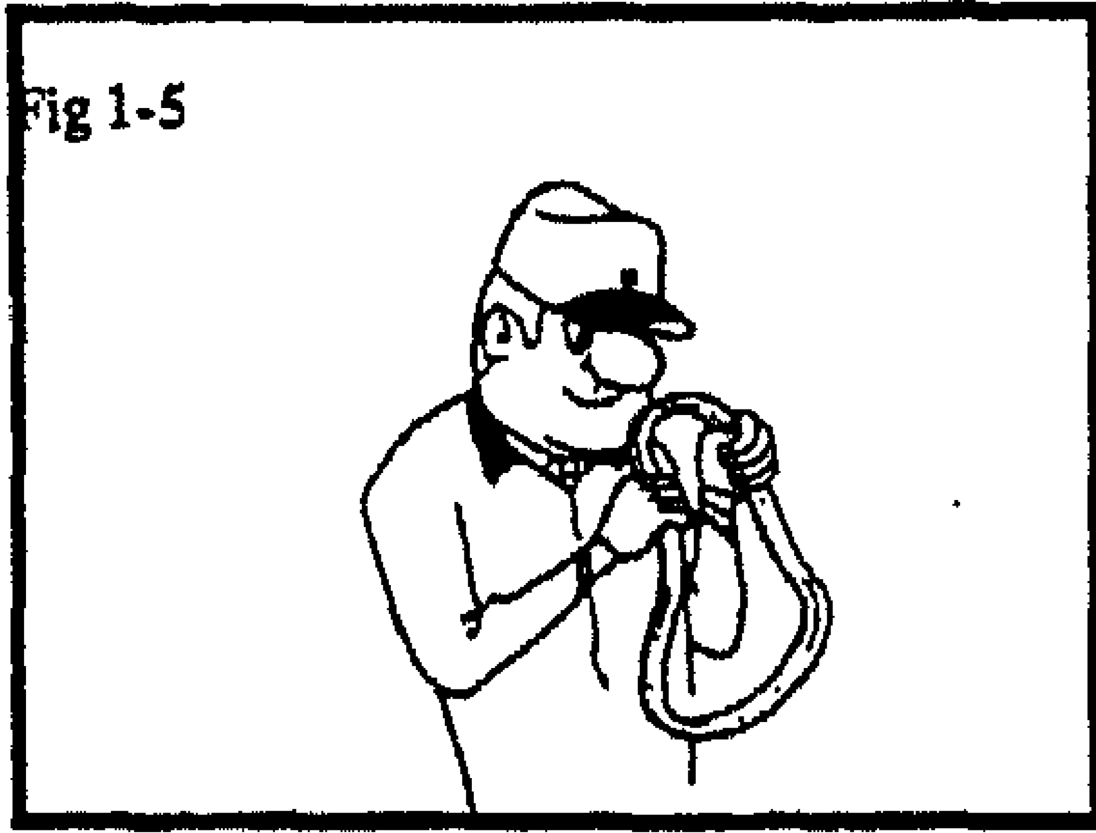

Fig 1-4

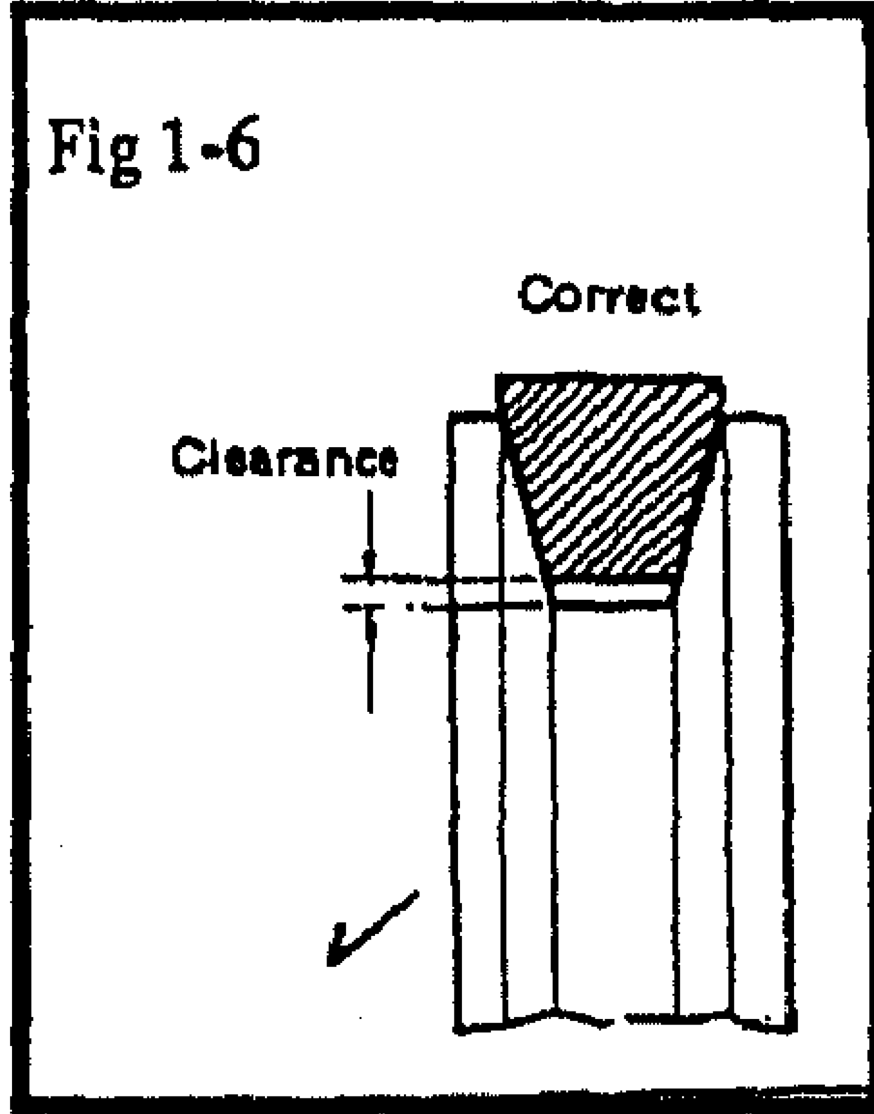
سير الإدارة

الفحص بالعين :

قم بفحص السير من حيث :

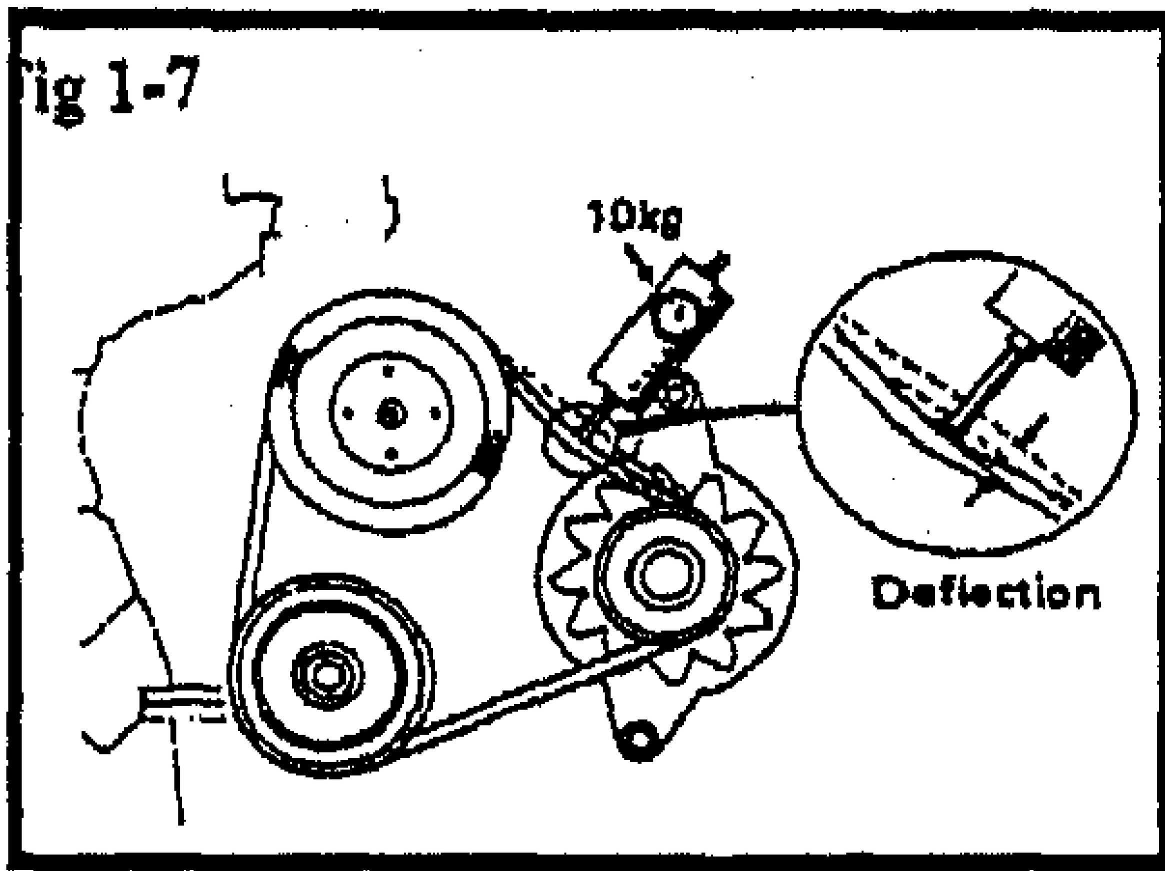
١. الشروخ والتآكل والتلف والترهل .
٢. وجود زيوت أو شحوم عليه .
٣. الاتصال الصحيح مع الطنبورة .

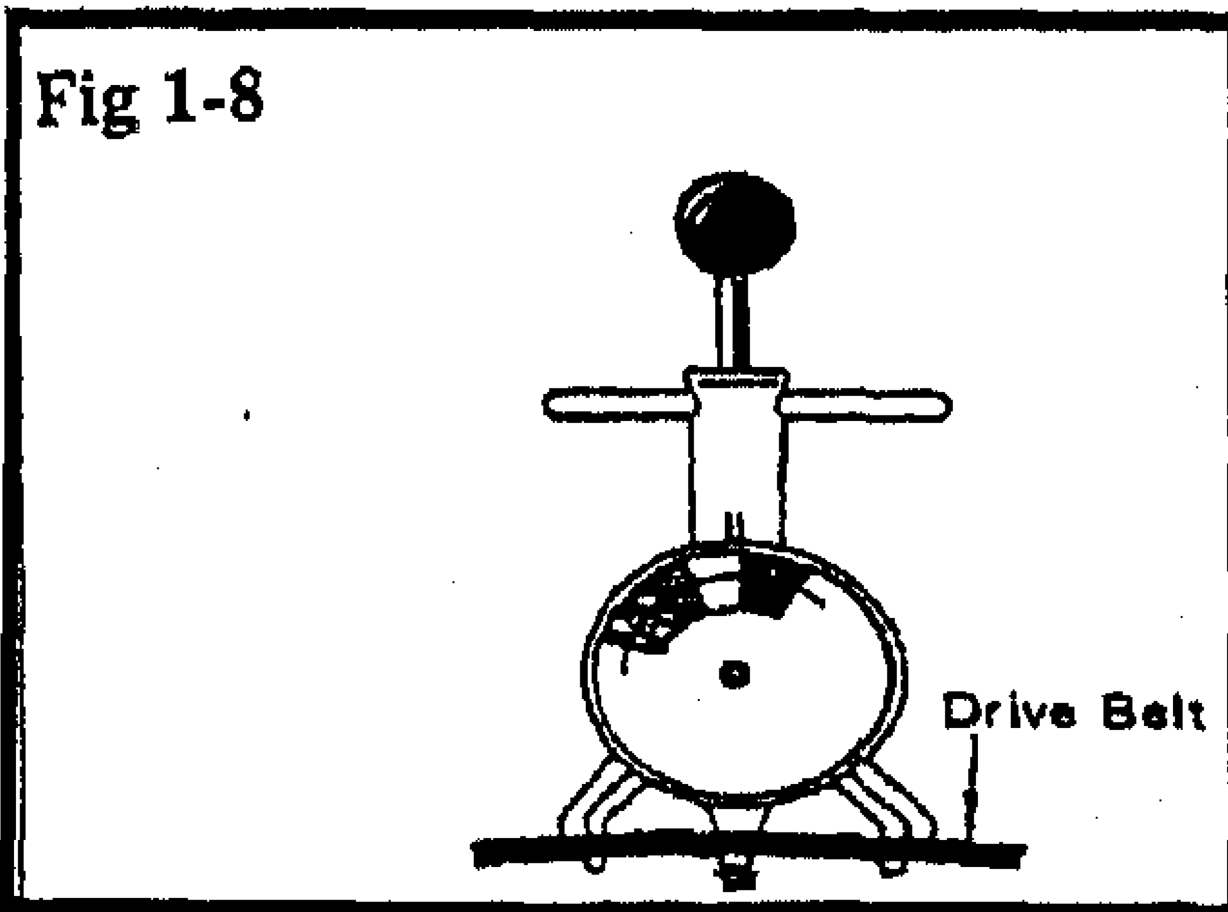

Fig 1-5


Fig 1-6

اختبار وضبط شد السير :

باستخدام ميزان زنبركي لقياس قوة الضغط – سلط قوة ضغط مقدارها ١٠ كجم على السير كما بالشكل بالنسبة لسير المروحة مع المولد يجب أن يكون التشكل فى حدود ٧ –١١ ملليمتر وبالنسبة عمود المرفق مع ضاغط المكيف من ١١ – ١٤ ملليمتر .


Fig 1-7


Fig 1-8

فلتر الهواء :

- تنظيف الفلتر :

١. أخرج الفلتر وتجنب سقوط أى أشياء غريبة فى المكربن (المغذي)

٢. سلط هواء مضغوط من الداخل للخارج

٣. استبدل الفلتر إذا كان ممزق أو شديد الأتساخ

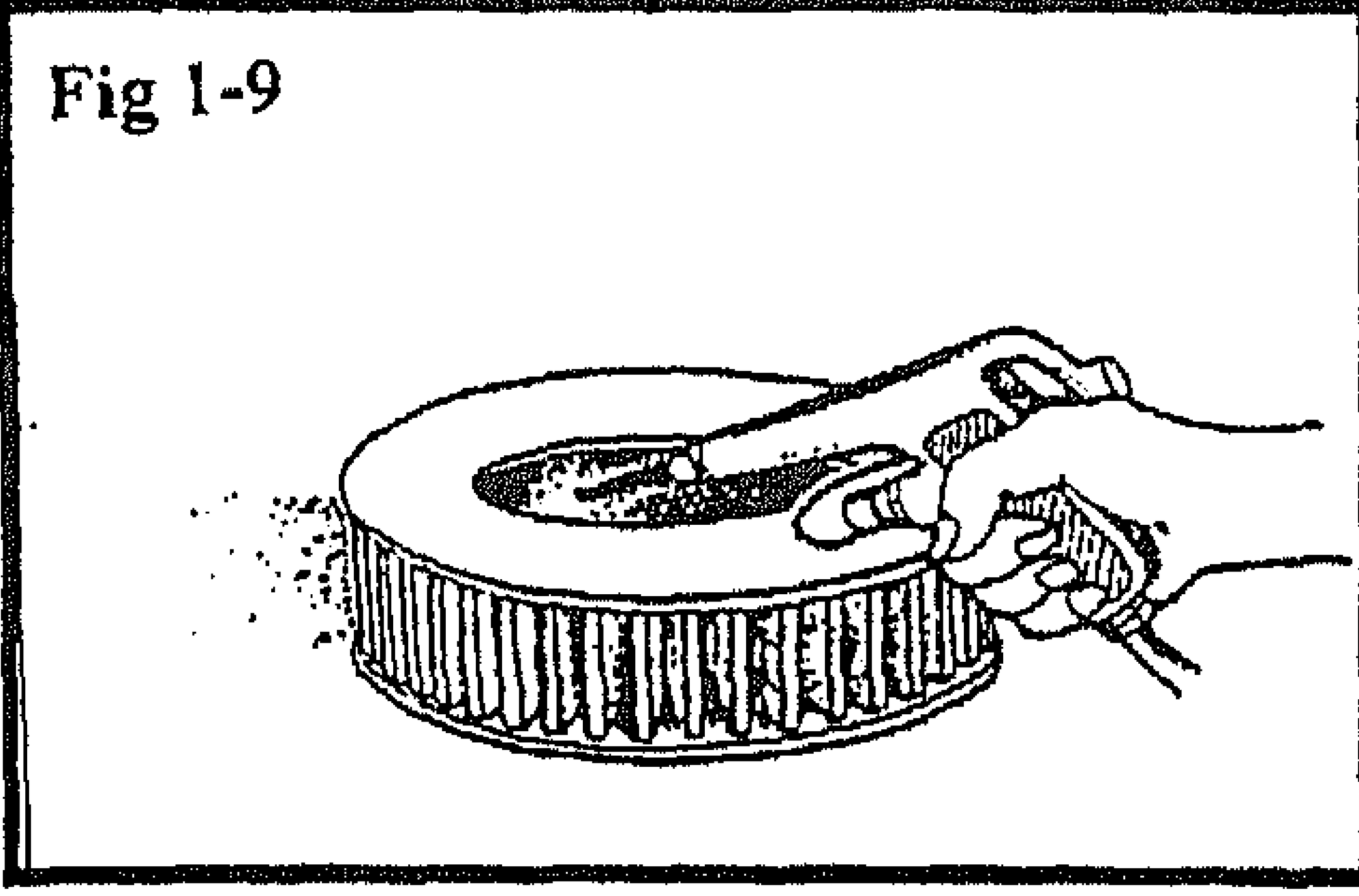


Fig 1-9

البطارية :

الفحص بالعين :

إفحص البطارية من حيث :

١. قاعدة البطارية بها صدأ .

٢. عدم الاتصال الجيد للكابلات .

٣. أطراف تالفة .

٤. البطارية تالفة أو تها تسرب .

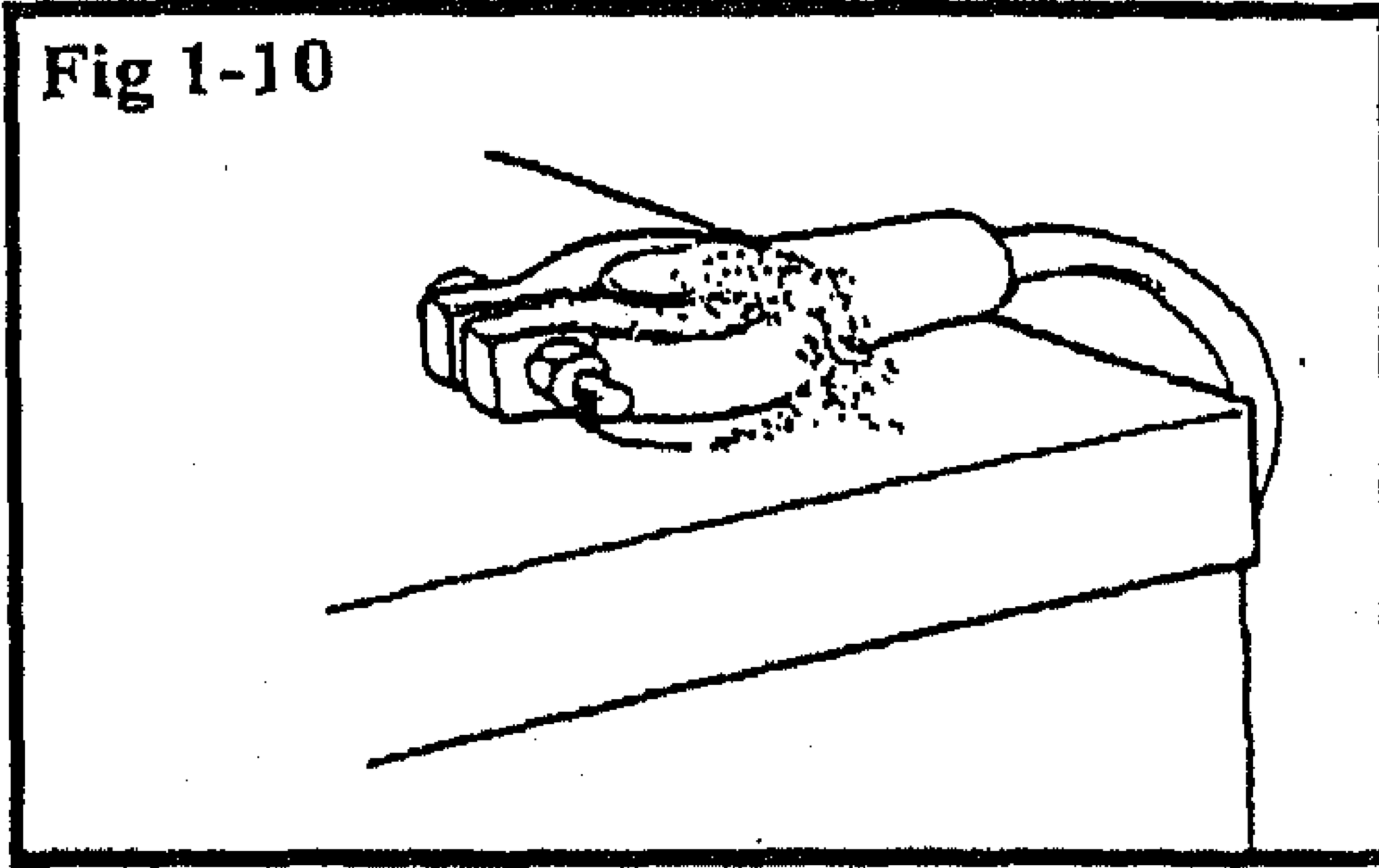


Fig 1-10

قياس كثافة الحامض :

١. قس الكثافة بواسطة هيدروميتر الكثافة : ١,٢٥ -١,٢٧ عند ٢٠ درجة مئوية .

٢. اختبر مستوى السائل فى كل خلية وأكمل المستوى أعلى الألواح بمقدار سنتيمتر واحد.

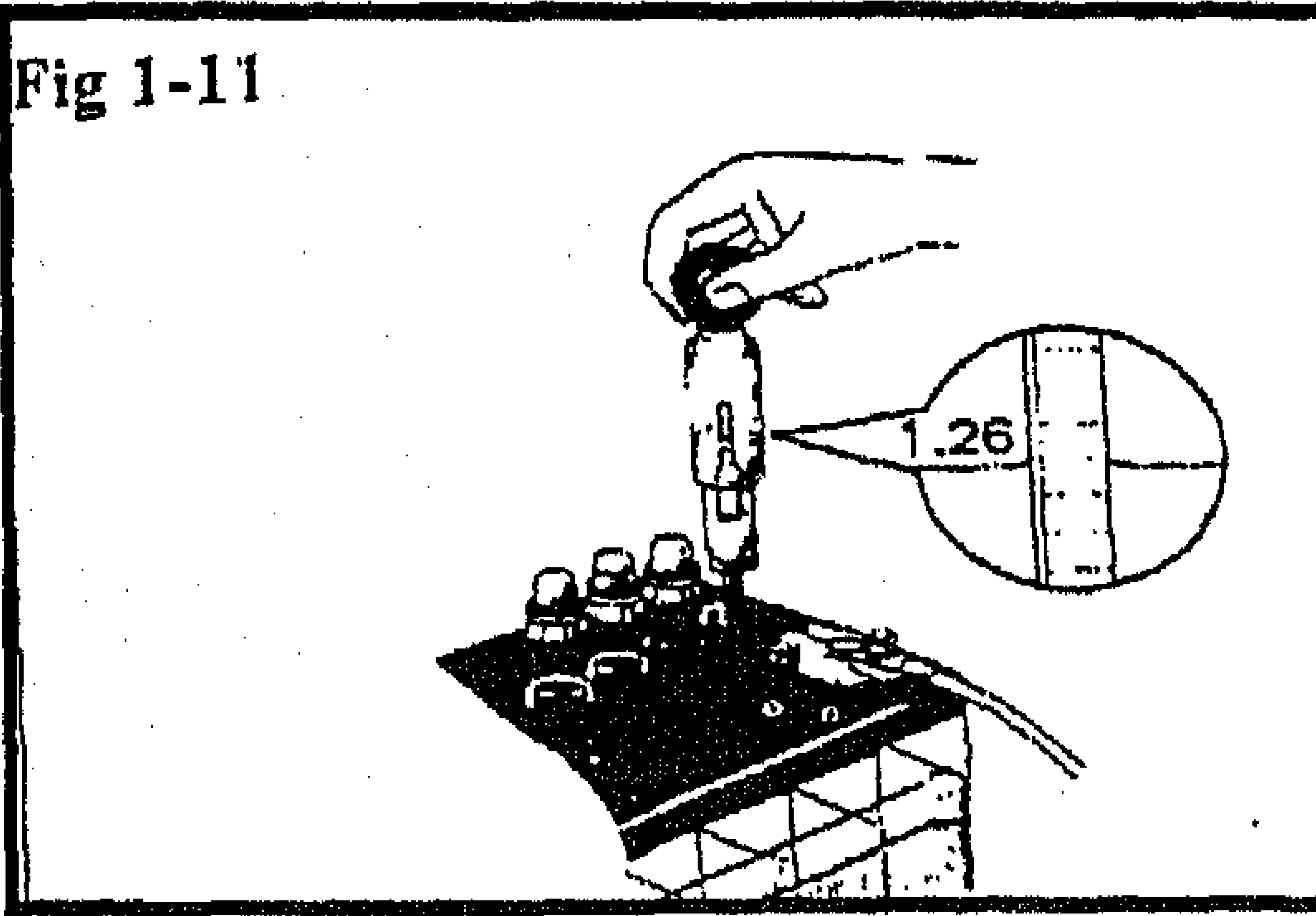


Fig 1-11

زيت المحرك :

- اختبر مستوى الزيت :

يجب أن يكون مستوى الزيت بين العلامتين L- F وإذا كان أقل إبحث عن سبب التسرب وأكمل بإضافة زيت جديد .

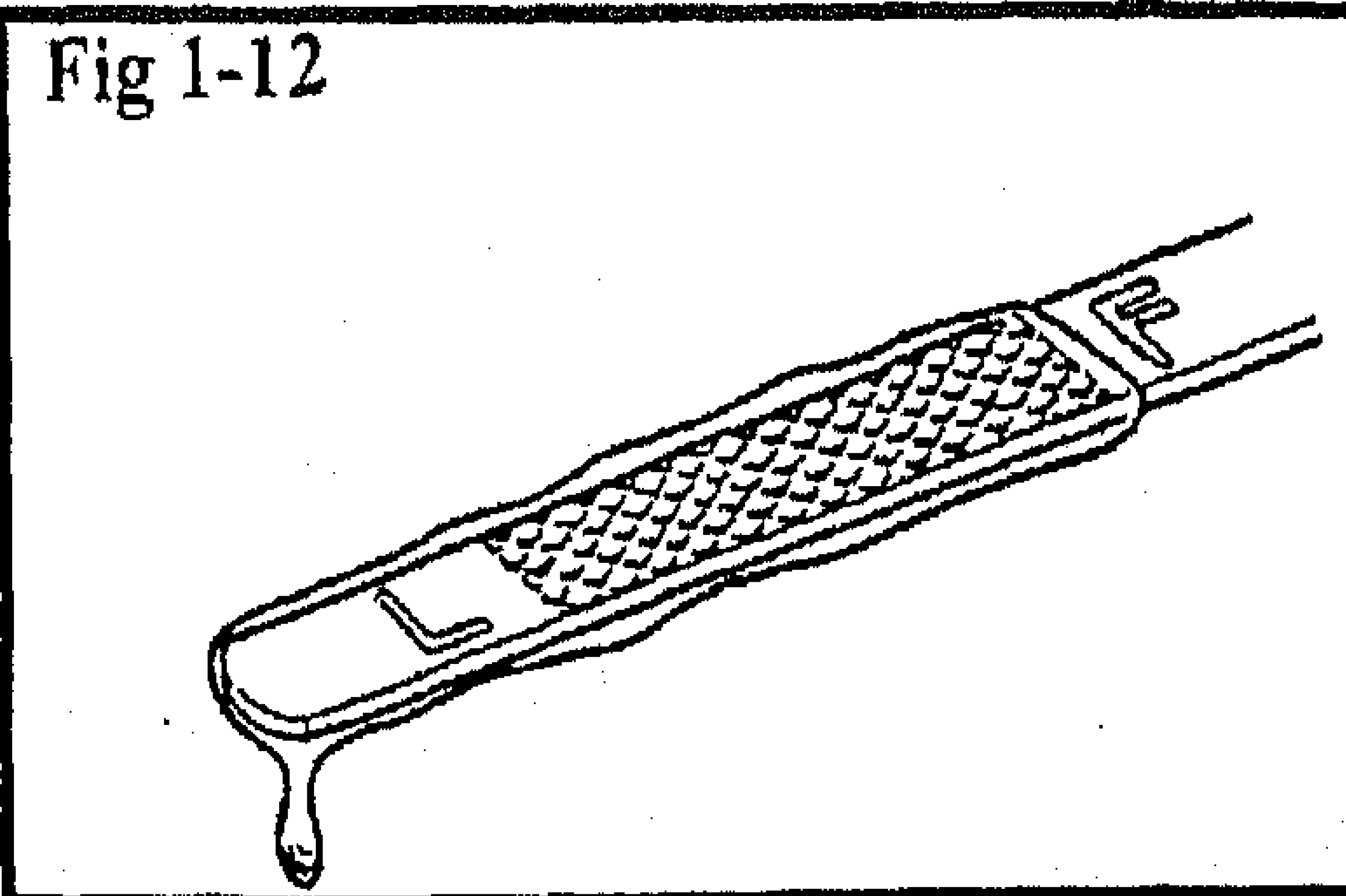
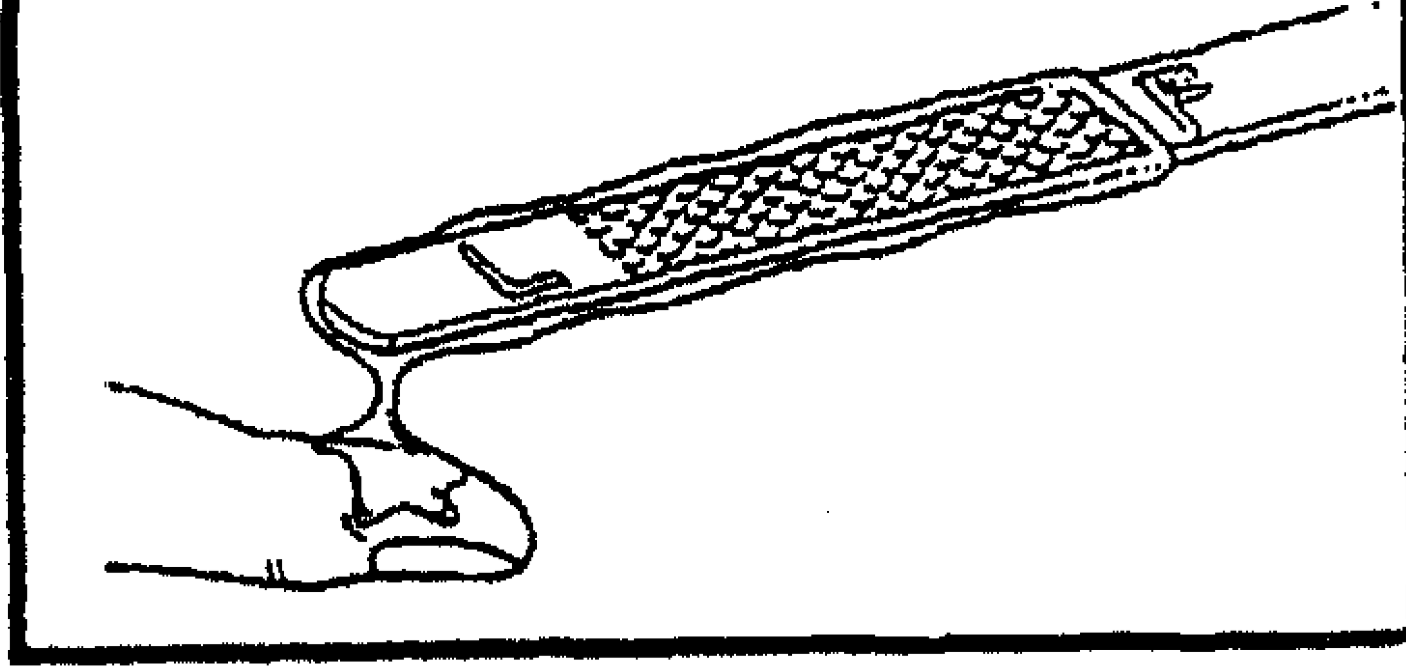


Fig 1-12

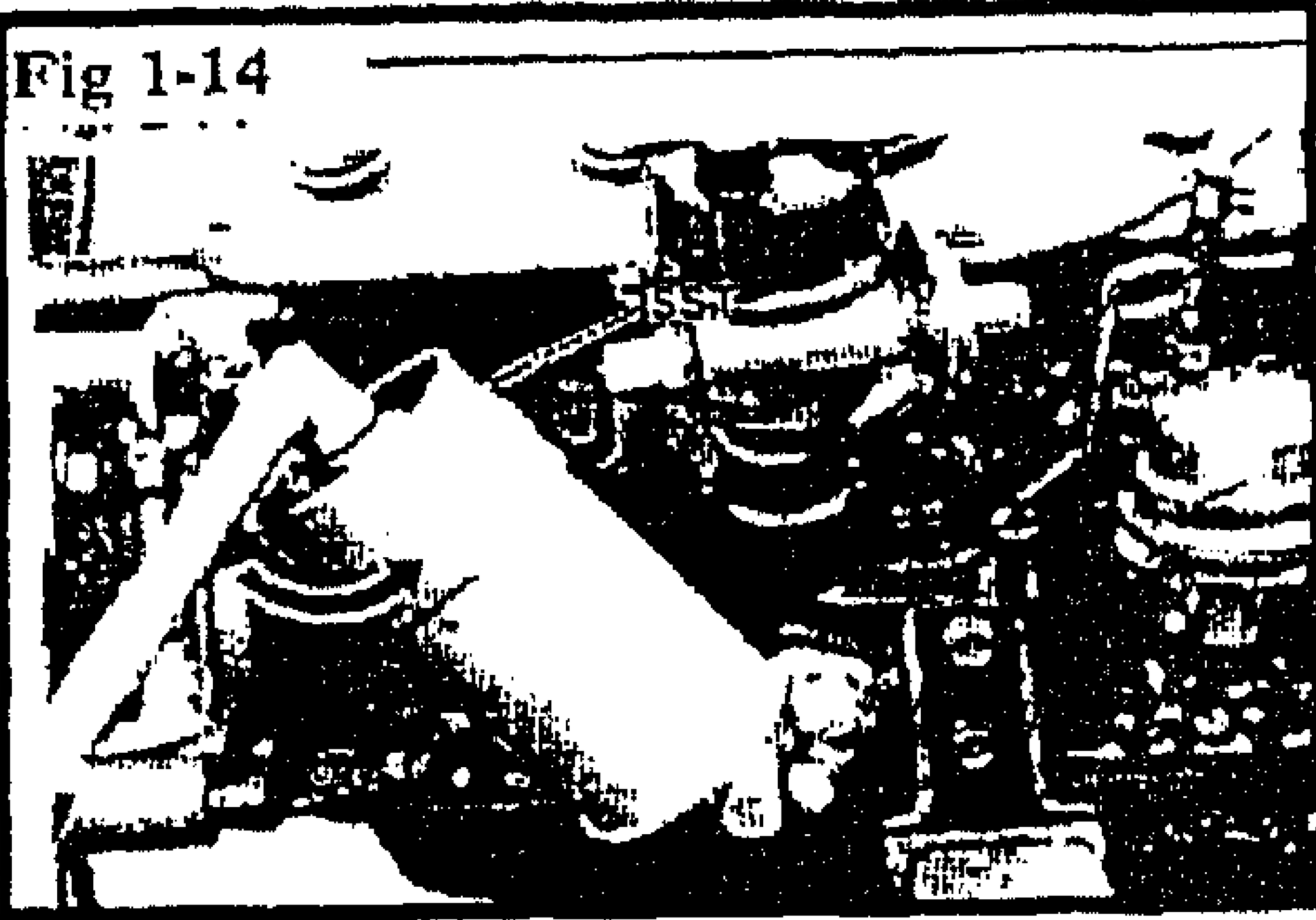
اختبار جودة الزيت :

اختبار الزيت من حيث التشتت (التلف) وجود ماء – تغير اللون – وجود رائش


Fig 1-13

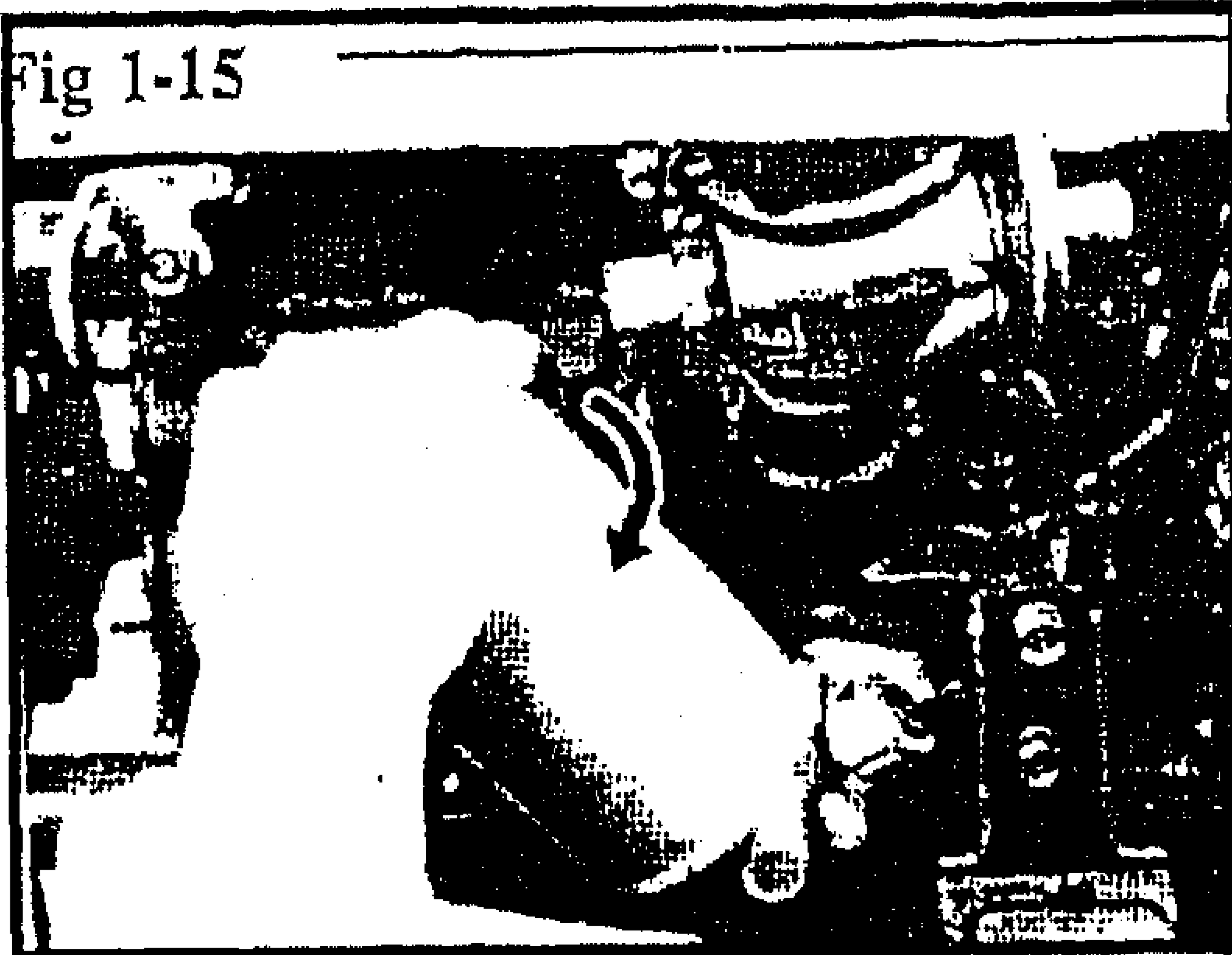
استبدال فلتر الزيت :

١. فك الفلتر باستخدام زرجينة الفلاتر (قماش – جوت) .


Fig 1-14

٢. قم بربط الفلتر باليد فقط فهو كافي .

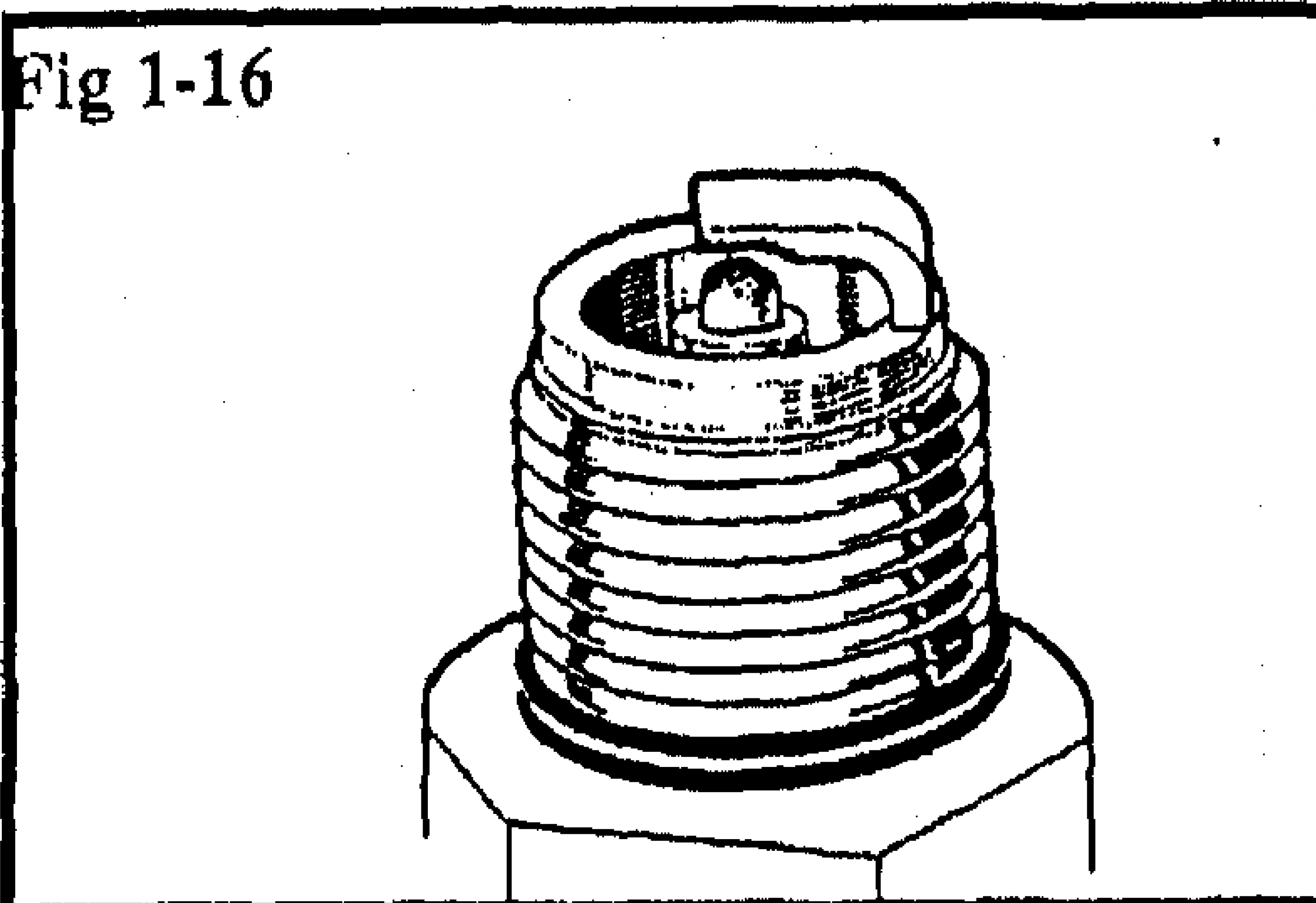
٣. بعد إدارة المحرك اعد اختبار مستوى الزيت وأضف إذا كان ذلك ضرورياً.


Fig 1-15

شمعة الإشعال :

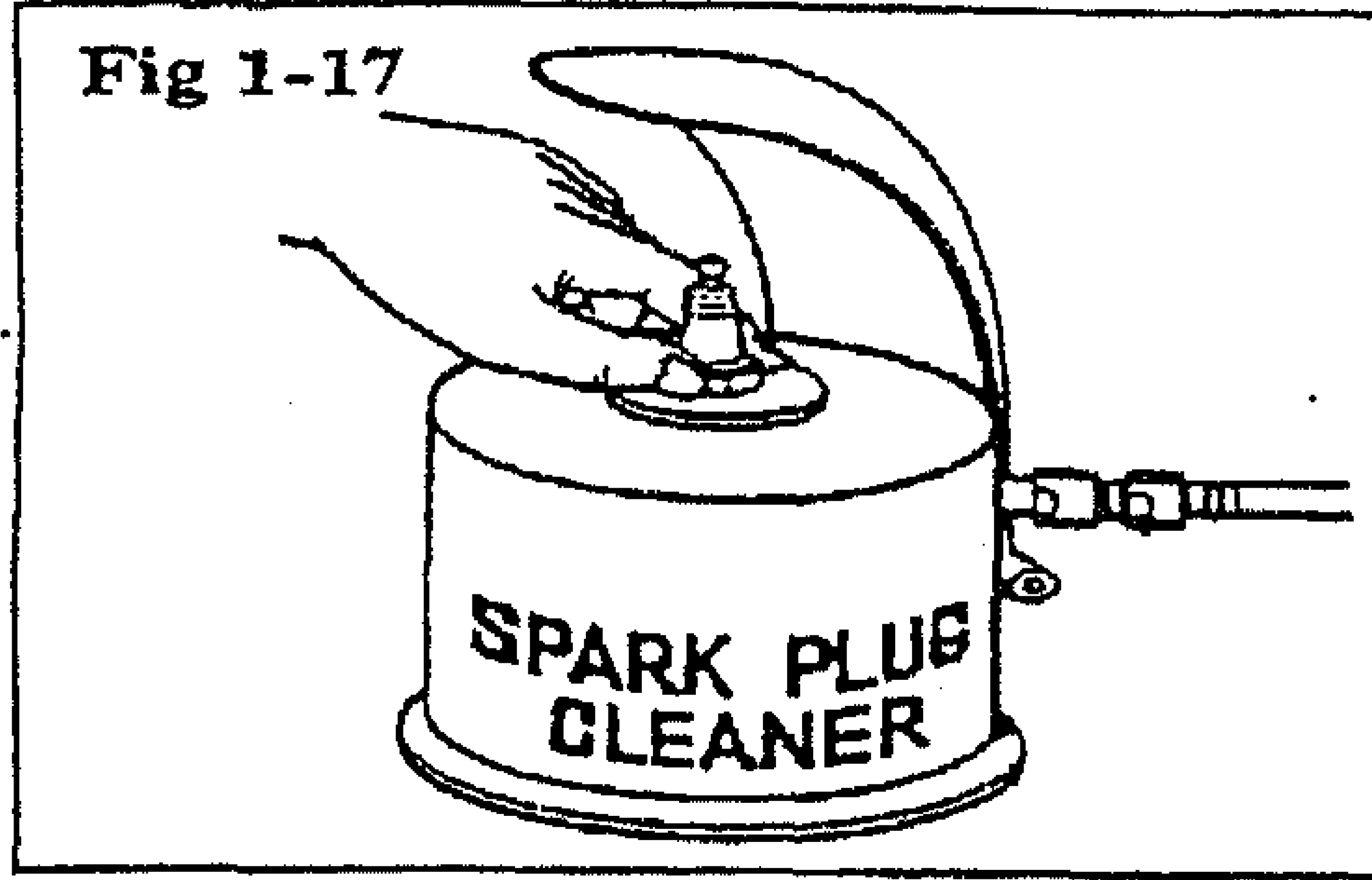
اختبر وافحص الشمعة من حيث :

١. وجود كسر أو شرخ في القلاووظ أو العازل .
٢. تأكل الأقطاب .
٣. تلف الحابك .
٤. احتراق الأقطاب أو ترسب زائد للكربون.


Fig 1-16

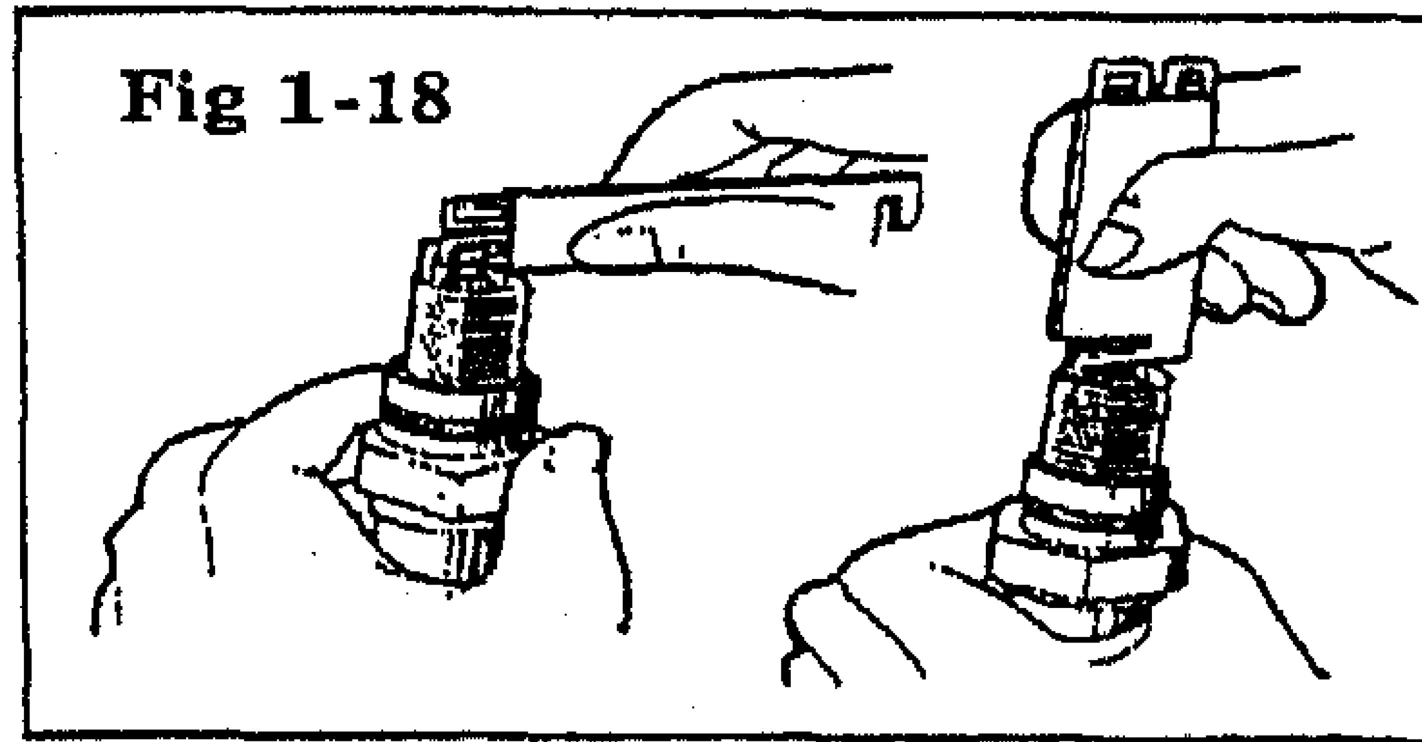
تنظيف الشمعات :

١. استخدام جهاز التنظيف الذى يستخدم بودرة الصنفرة للتنظيف .
٢. قم بإدارة الشمعة عدة مرات أثناء التنظيف .
٣. نظف أسطح الشمعة بعد الانتهاء .



ضبط الثغرة :

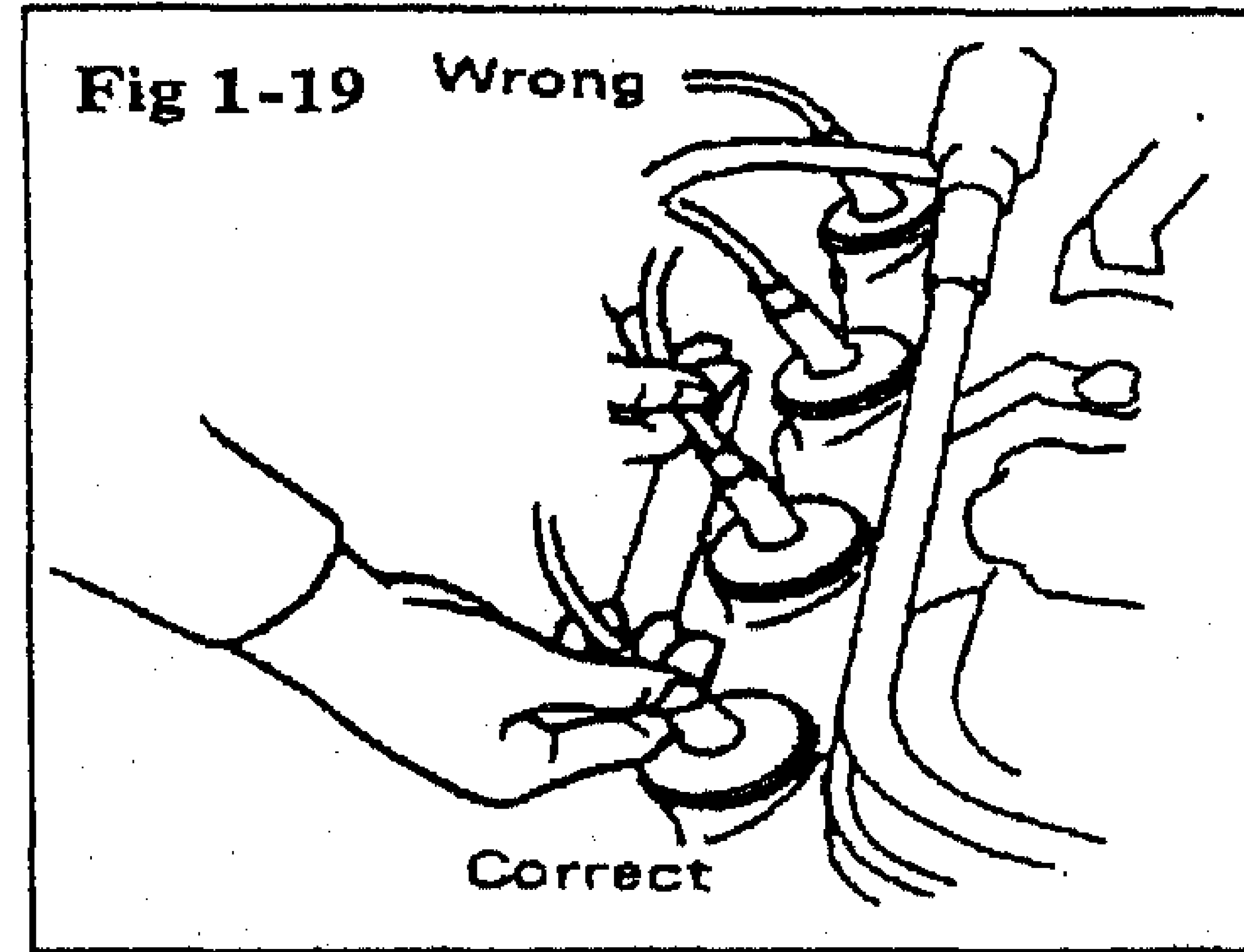
قم بقياس الثغرة بعد خاصة أو فلر (مجس رقائق) وإضبط إذا كان ذلك ضروريا يحني الطرف الخارجي تجاه القطب المركزي أو بعيداً عنه .



كابلات الضغط العالى:

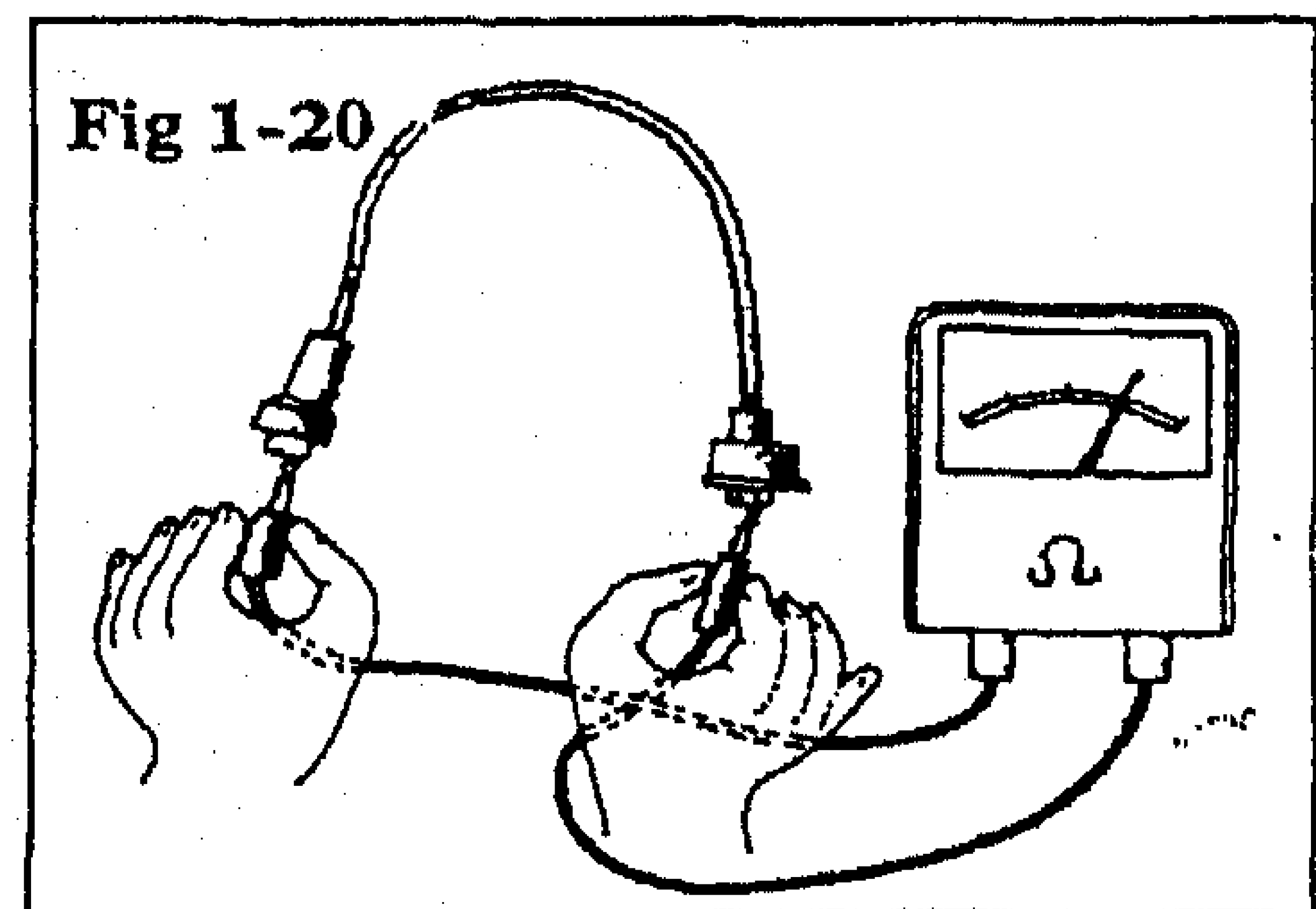
- اختبار المقاومة :

تحذير : تجنب جذب الكابل من أى مكان غير طرفه الأخير المتصل بالشمعة .



قياس مقاومة الكابل :

وصل طرفي جهاز الأوم بين طرفي الكابل - المقاومة أقل من ٢٥ كيلو أوم لكل كابل.

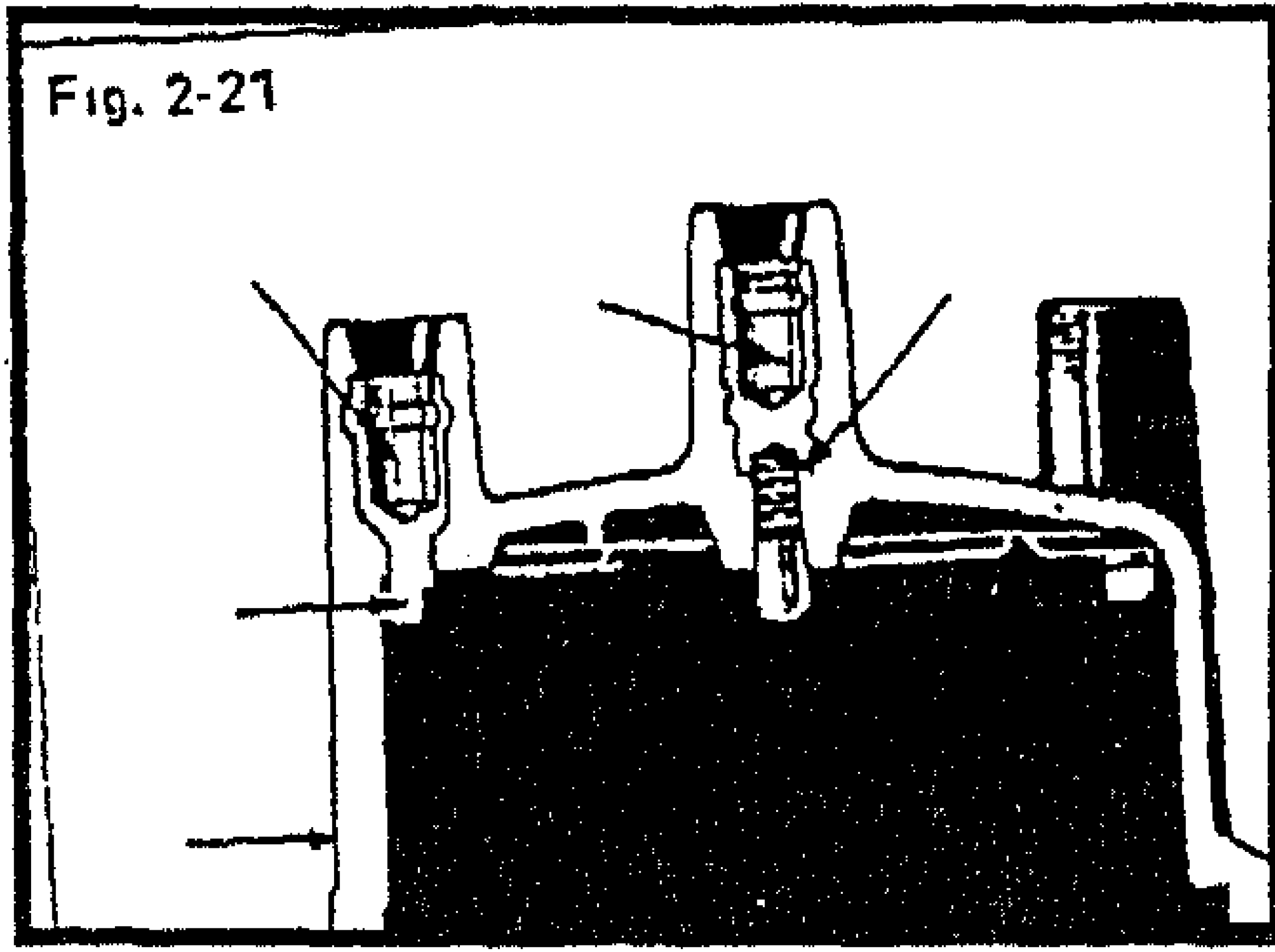


الموزع

فحص غطاء الموزع

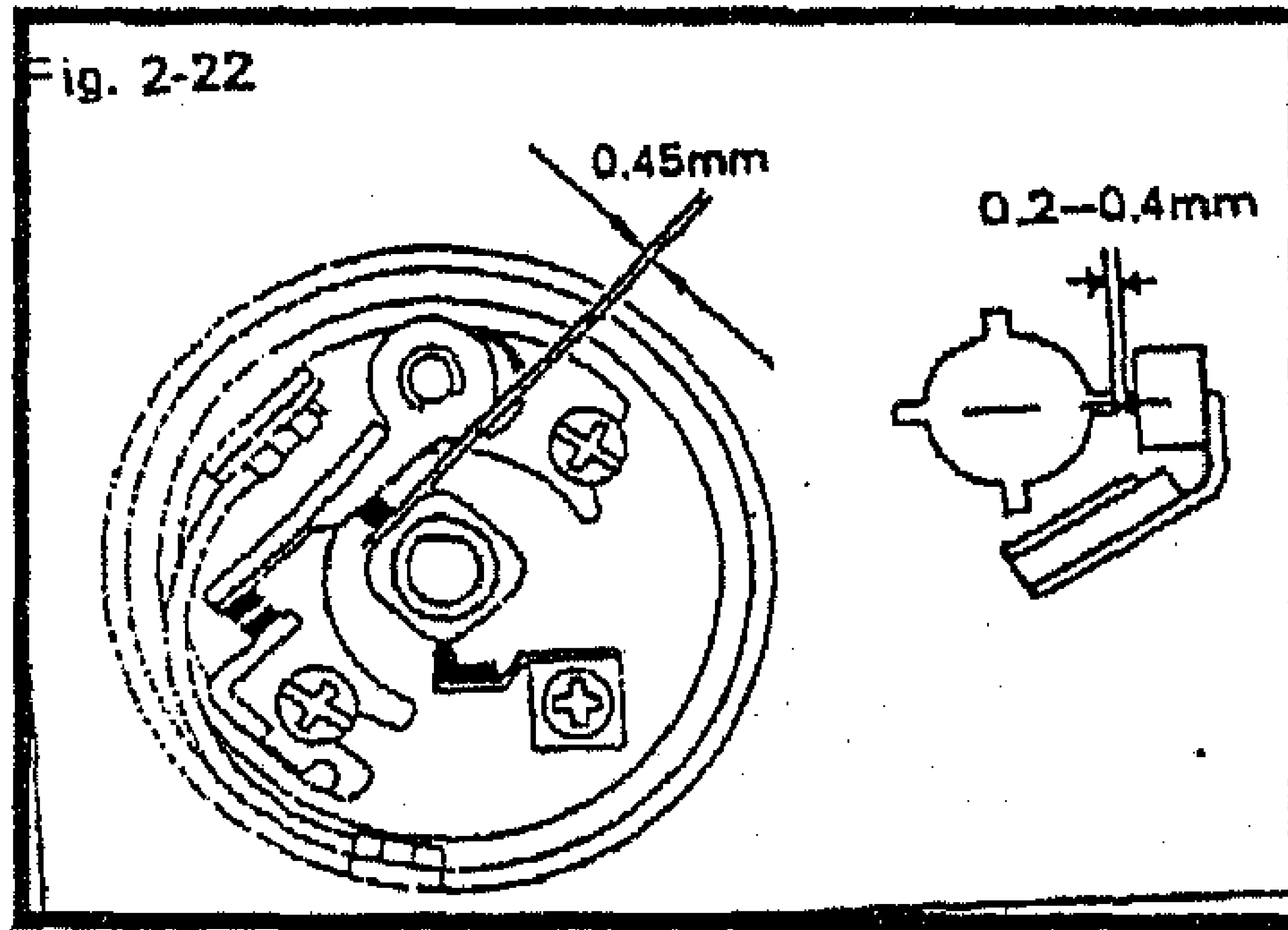
أفحص الغطاء من حيث

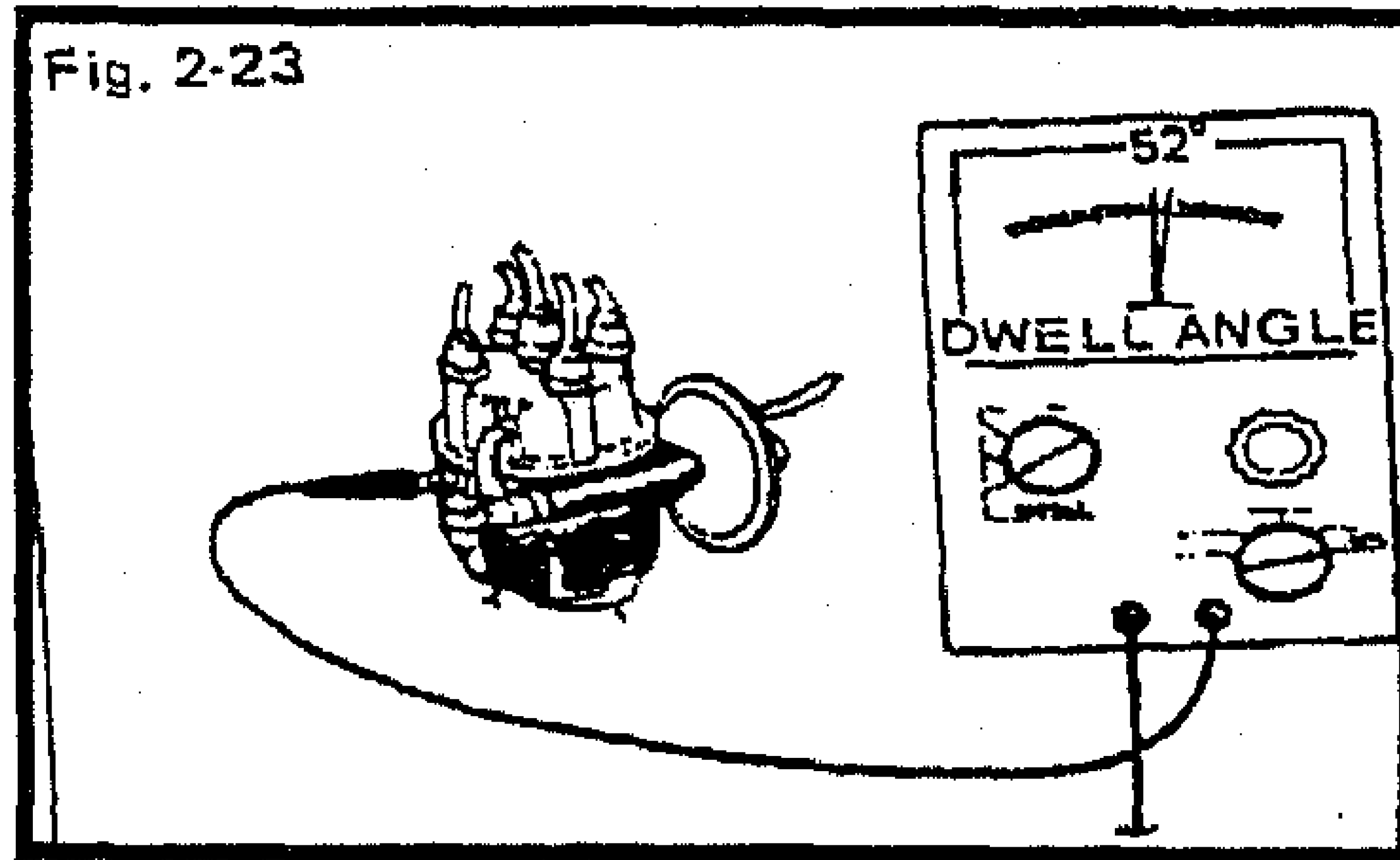
١. الشروخ – التلف – الاحتراق – إتساخ فجوات الكابلات.
٢. احتراق ريش الغضط العالى .
٣. ضغف الباي الأوسط .



اختبار وضبط خلوص الابلاتين :

١. فى حالة احتراق نقطتي التماس يتم استبدال الابلاتين .
٢. قم بضبط الخلوص بواسطة كما بالشكل بين الكامة وقطعة الفبر أو بين نقتطي التماس بحيث تكونقيمة الثغرة نحو ٠,٤٥ ملليمتر .
٣. اضبط الثغرة للعضو الدوار (اشعال الكتروني وطرف مولد النبض بحيث تكون القيمة نحو ٠,٢ – ٠,٤ ملليمتر) .





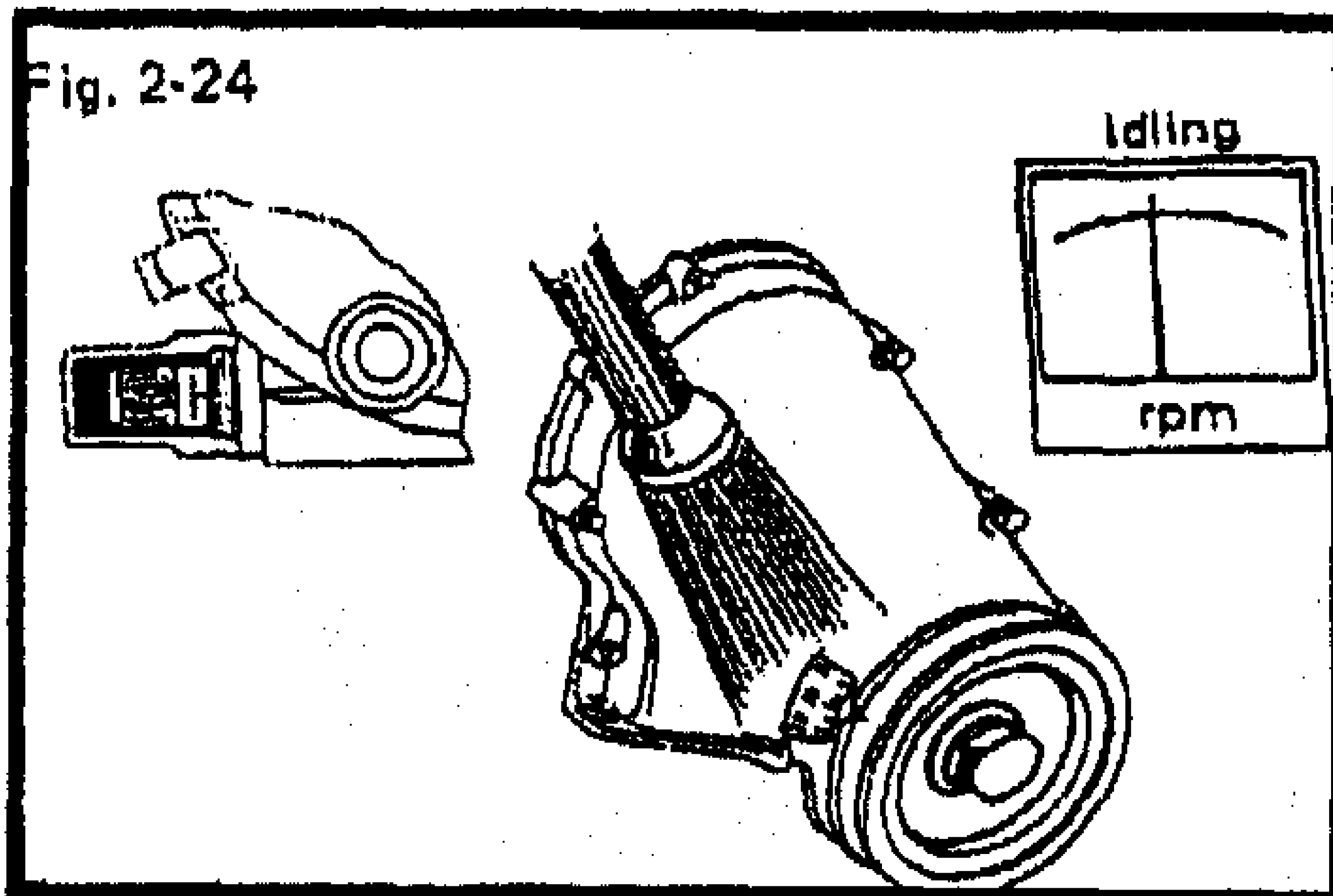
اختبار زواية السكون:

بواسطة جهاز قياس زاوية السكون وصل طرف الجهاز الموجب مع مسمار الابلاتين والطرف الآخر مع الأرض القراءة : ٥٢ +٤ درجة .

توقيت الأشعال :

١. أدرك المحرك على سرعة اللاحمل
٢. وصل المسدس الضوئي .

القراءة : ٨ ÷ ١٢ درجة ق. ن. م. ع



ضبط توقيت الاشعال :

قم بمحاذاة درجة التوقيت المطلوب مع العلامة بدوران جسم الموزع كما بالشكل .

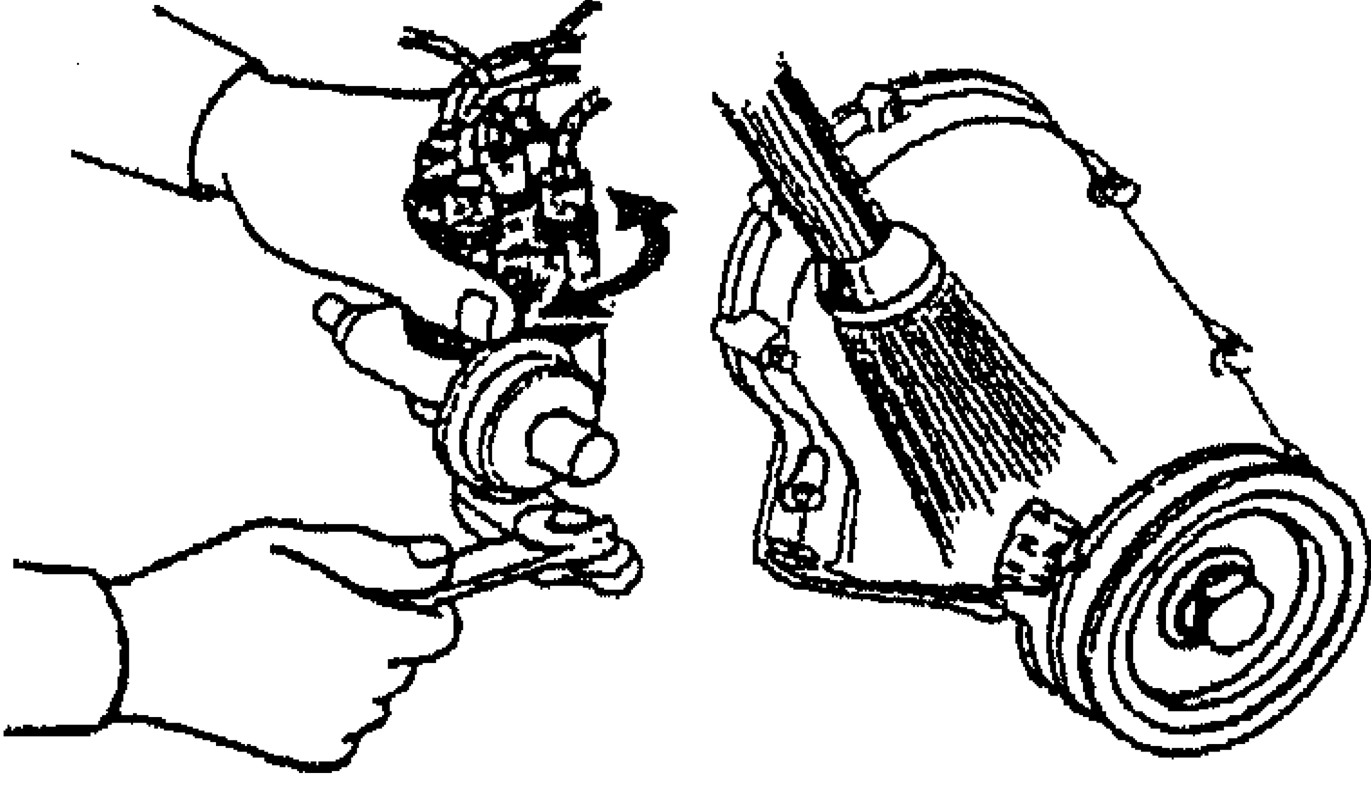


Fig. 2-25

اختبار عمل المنظم الطردي

١. أدر الشاكوش واتركه لابد أن يعود الشاكوش لوضعه الأول سريعاً.
٢. عند إدارة الشاكوش يجب أن لا يكون سائباً كثيراً (منظم طردي).
٣. أدر المحرك وانزع خرطوم التخلخل من الموزع - لابد أن يحدث تغير فى توقيت الشرارة مع تغيير السرعة .

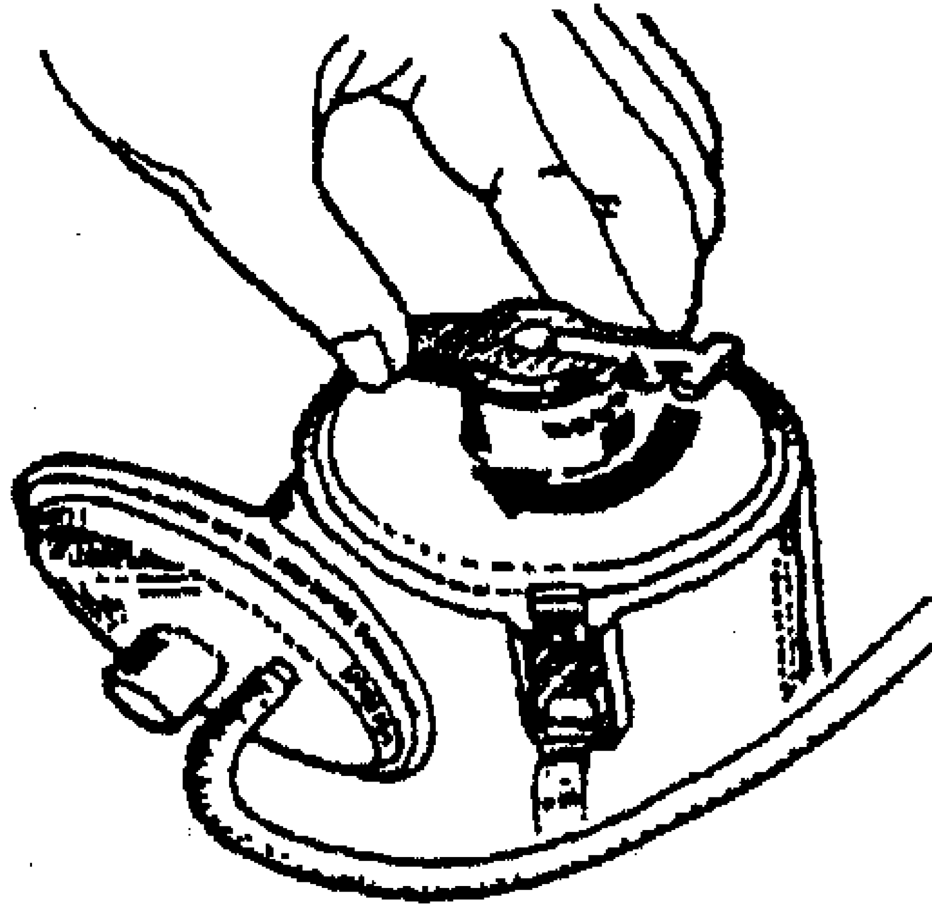


Fig. 2-26

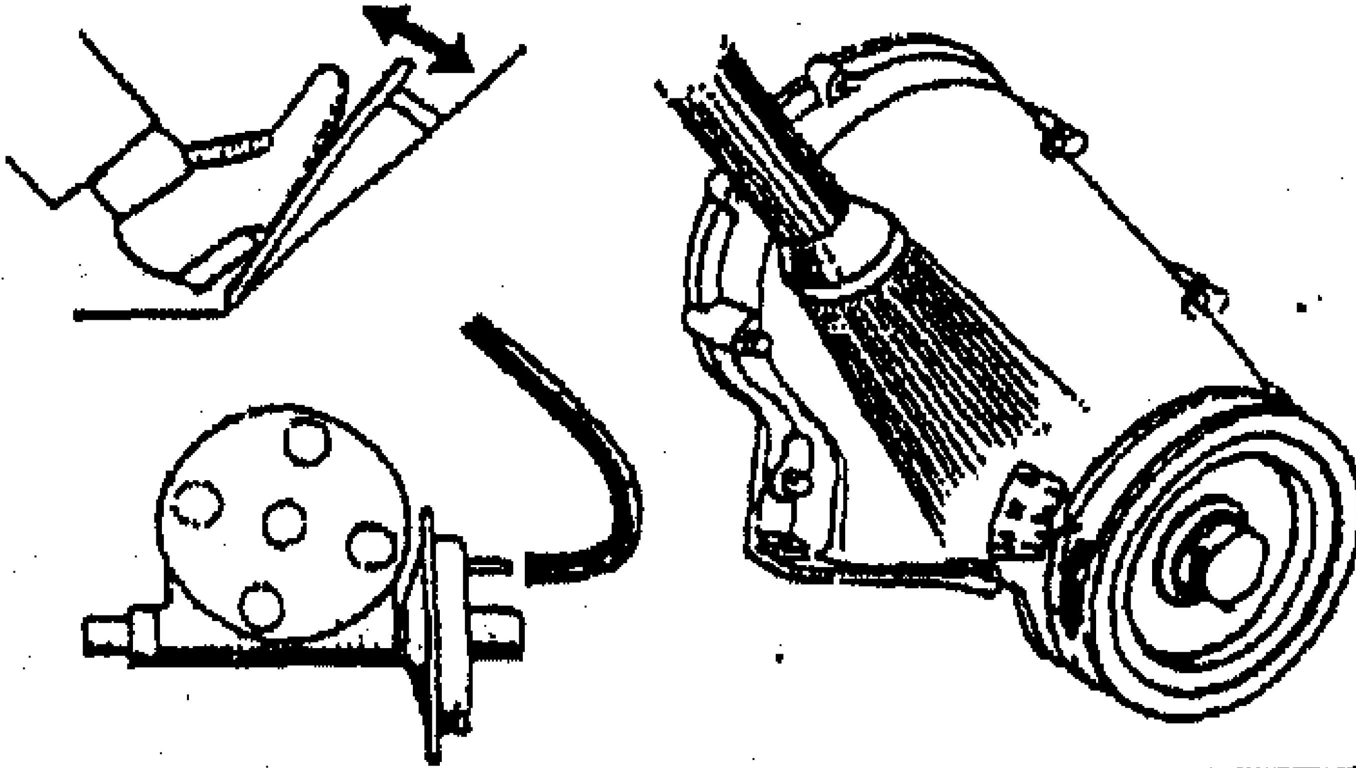


Fig. 2-27

اختبار عمل المنظم التخلخل :

١. وصل خرطوم التخلخل مع الموزع.
٢. يجب تغير توقيت الشرارة مع تغير وضع بدال الوقود.

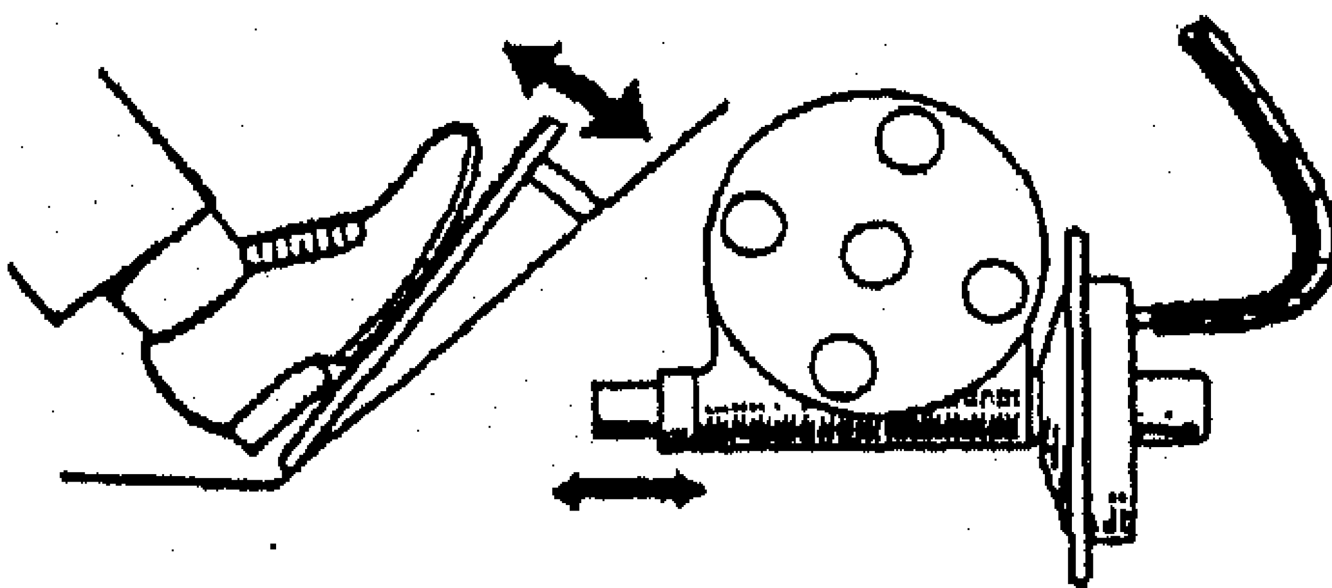
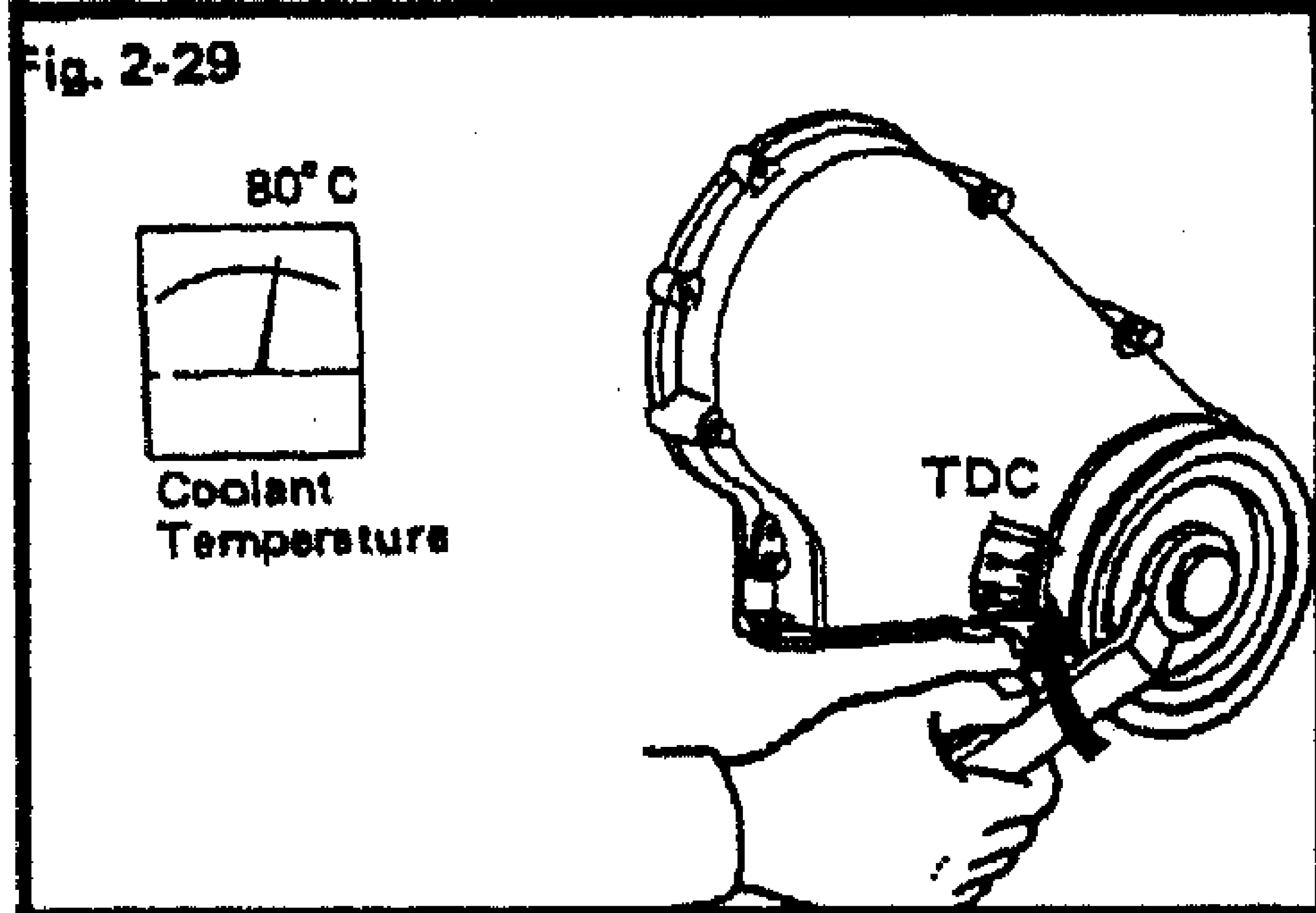


Fig. 2-28

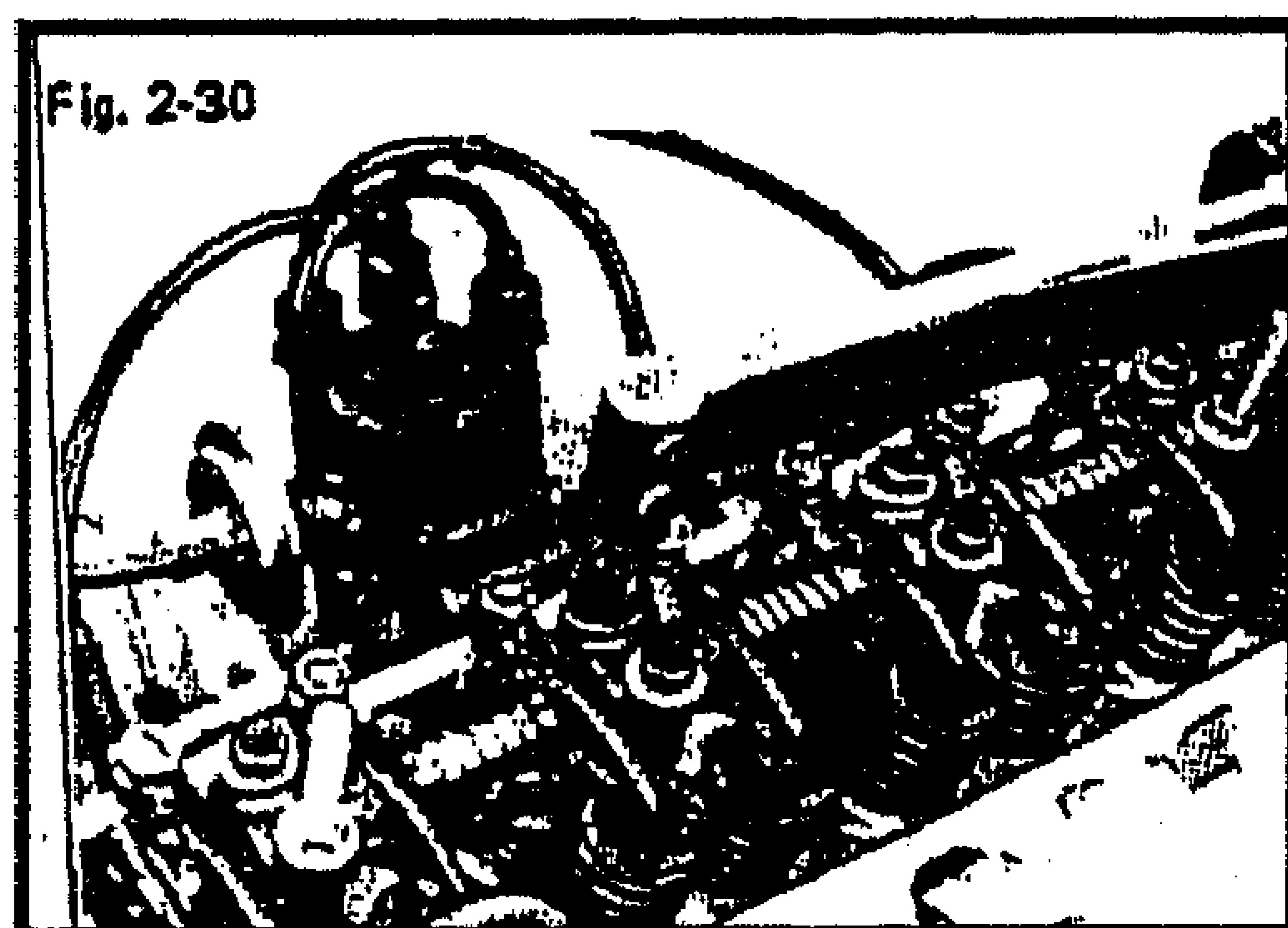
ضبط خلوص الصمامات :

١. أدر المحــــرك لدرجـــة التشغيل ثم أوقفه .



٢. ضـع الاسـطوانة رقـم (١) فى ن. م. ع ونهاية شوط ضغط عن طريق علامة طنبورة الكرنك.

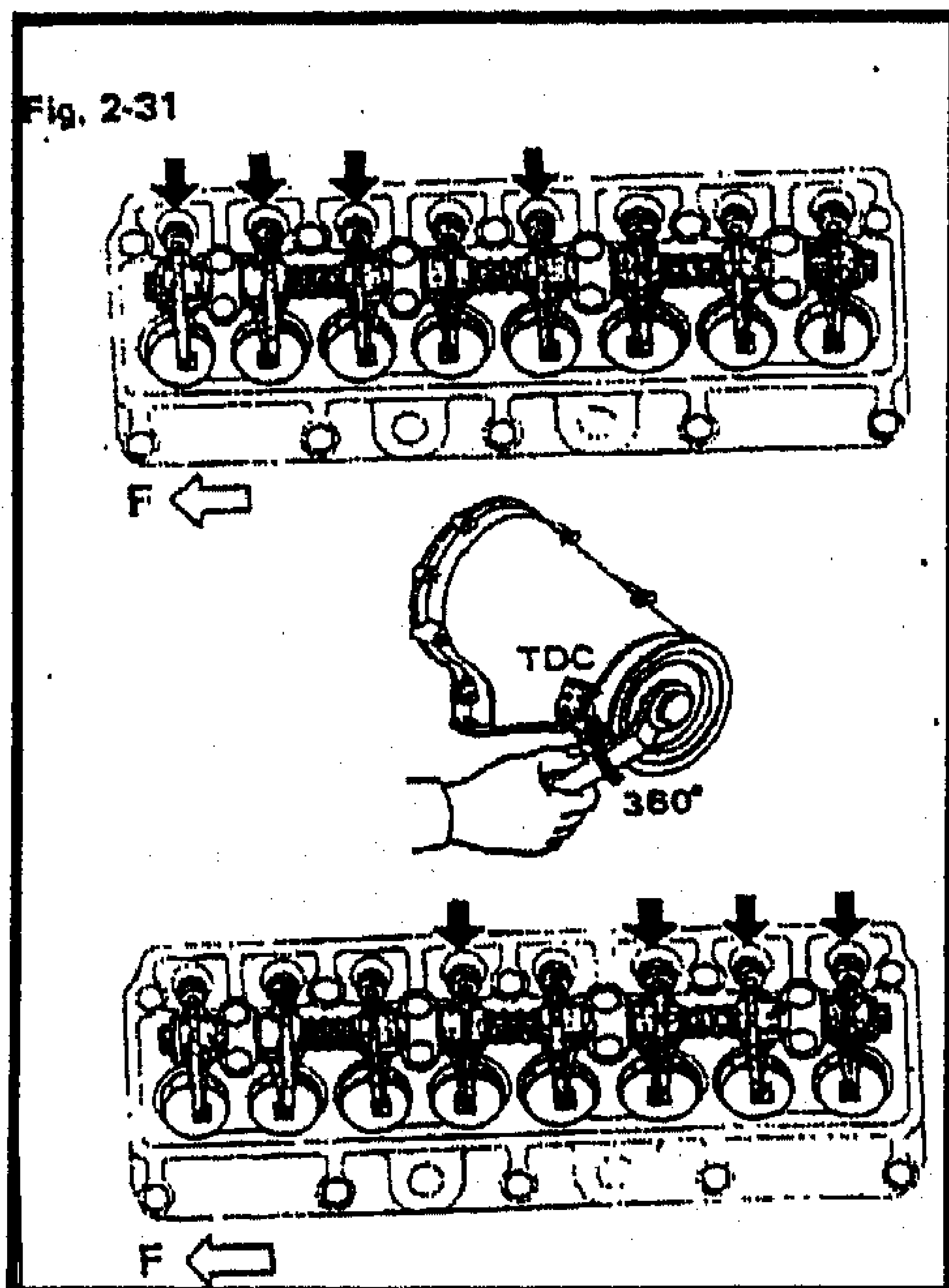
٣. أعد ربط مسامير رأس الاسـطوانات وعمـود التاكيهات عزم ربـاط مسامير تثبيت عمـود التاكيهـات ١,٨ – ٢,٤ كجم متر.



٤. اضبط خلوص الصمامات .

يتم القياس بين نهاية سـاق الصمام وطـرف الـذراع المتأرجحة .

ثم اضبط الصمامات ١-٢-٣-٥ ألوا خلوص صـمام السحب نحو ٠,٢ ملليمتـر خلوص صمام العادم نحـو ٠,٣ ملليمتر .



٥. أدر عمود المرنــق ٣٦٠ درجة .

٦. اضبط الصمامات الباقية الموضحة بالشكل

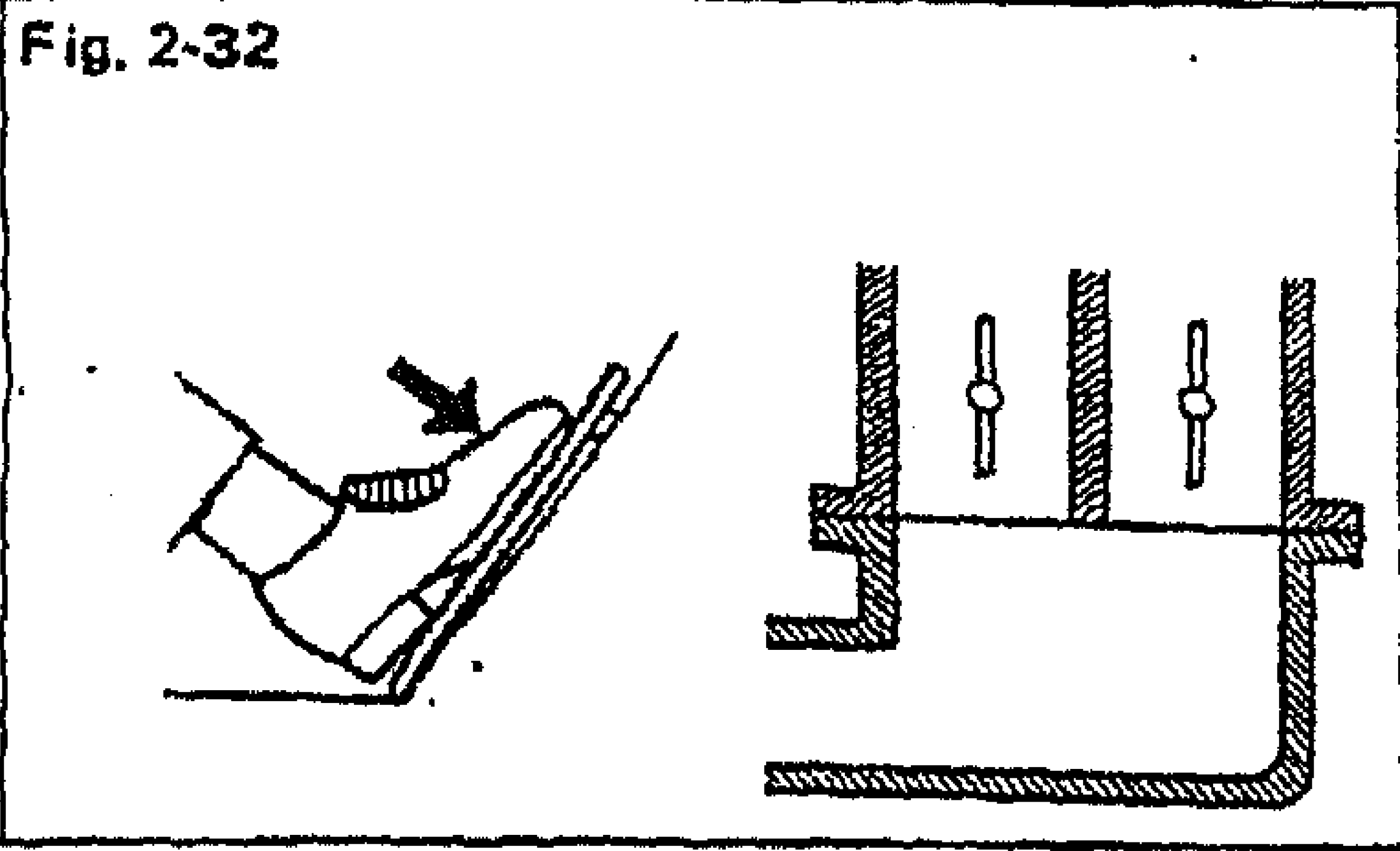
ترتيب الاشعال (١-٣-٤-٢)

المغذي (الكاربريتور) :

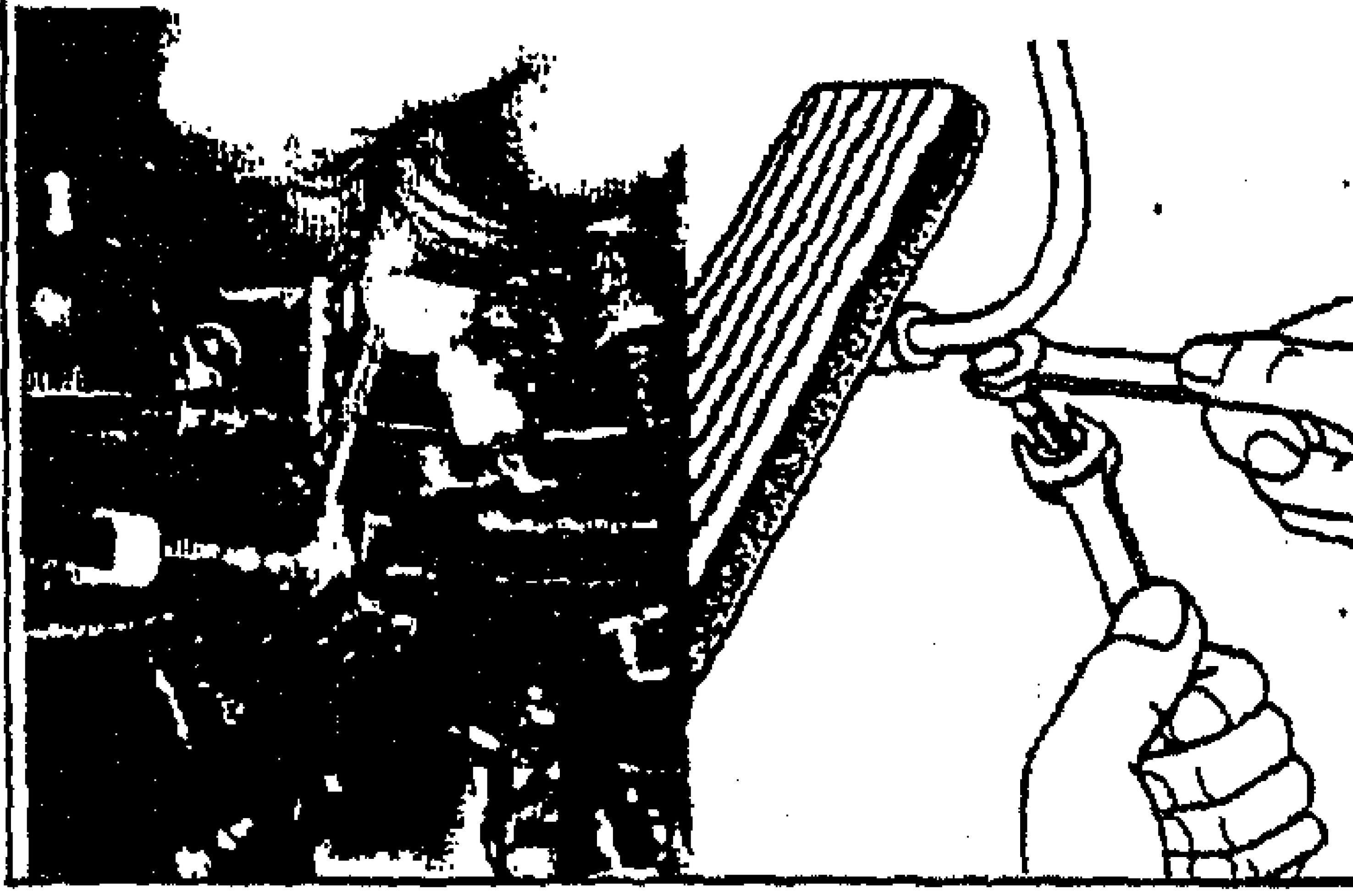
اختبار الأداء

ملاحظة:

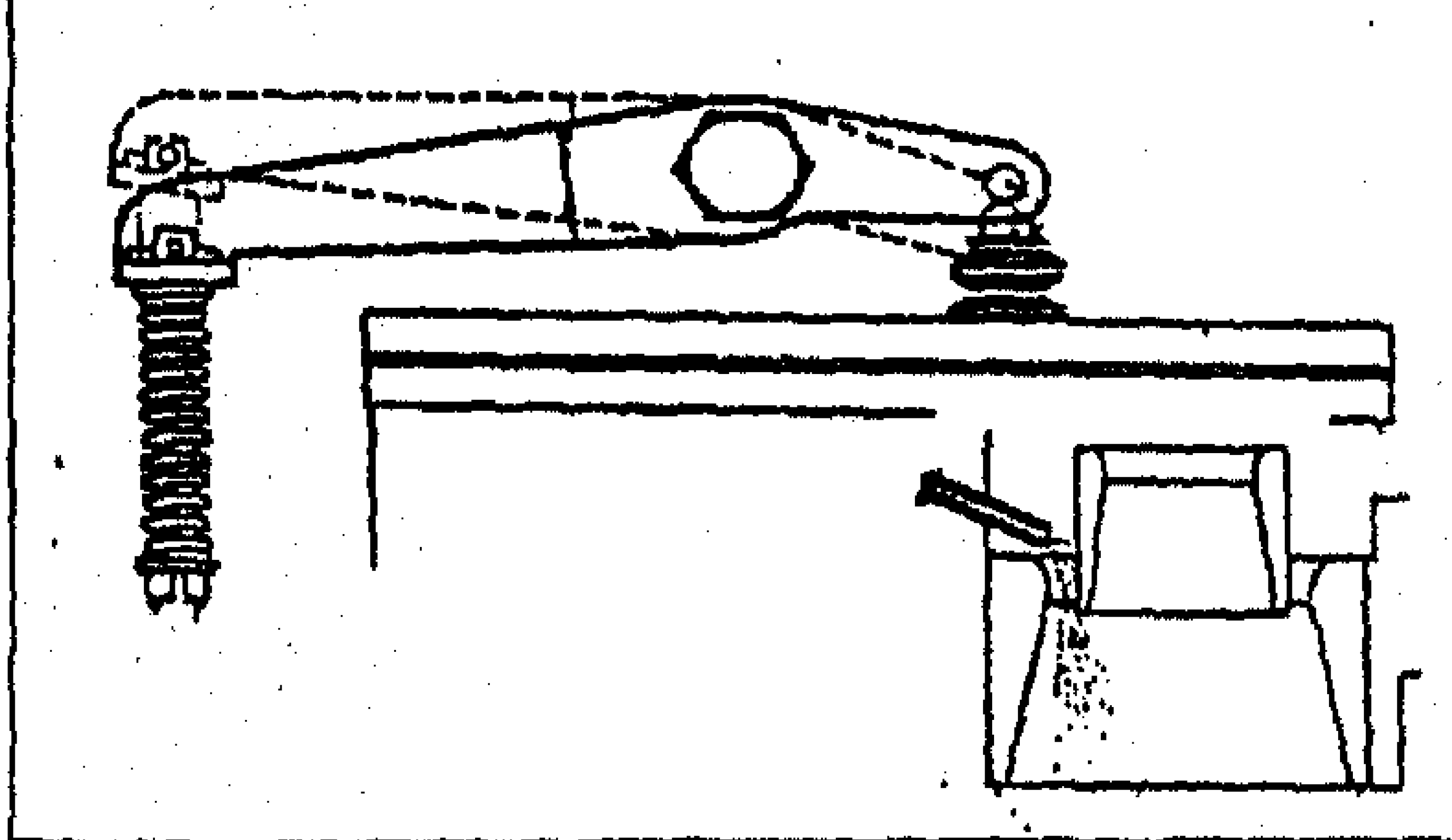
للضبط راجع فصل المغذي .



١. يجب أن يفتح صمام الاختناق تماما عند الضغط الكامل على الدواسة .

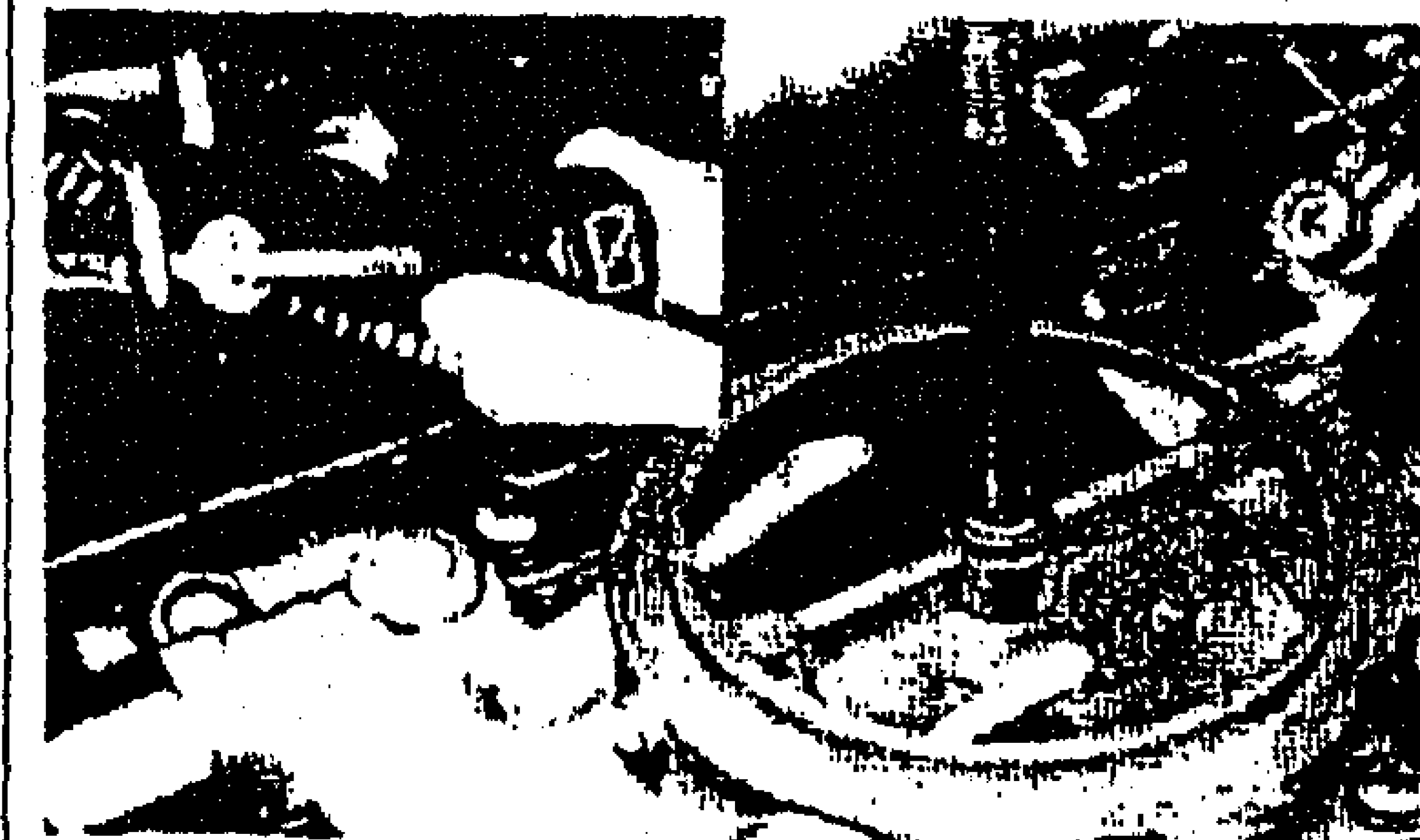


٢. اضبط الفتح الكامل للصمام عن طريق كابل السرعة أو مسمار الإيقاف الموجود أسفل الدواسة .



مضخة التعجيل :

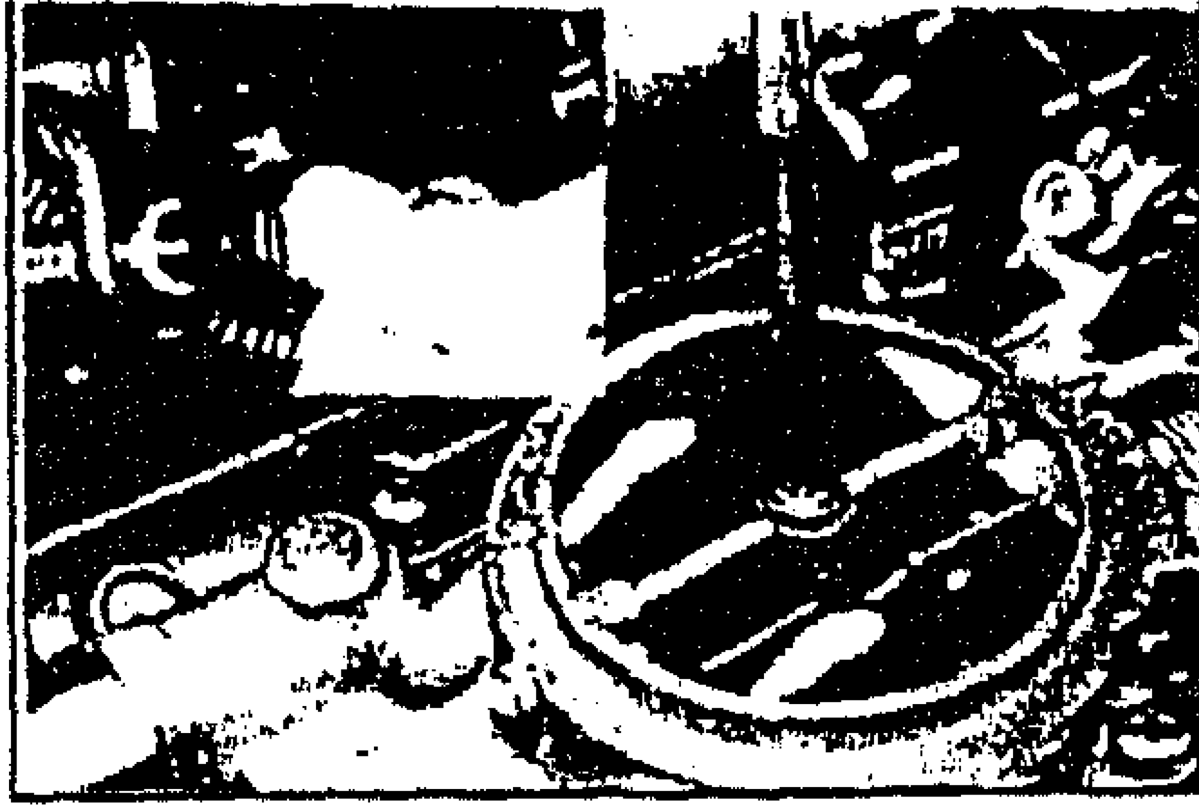
يجب ، يندفع الوقود بقوة من النافورة عند الضغط المفاجئ على بدال السرعة .



صمام الخانق (الشفاط) اليدوي

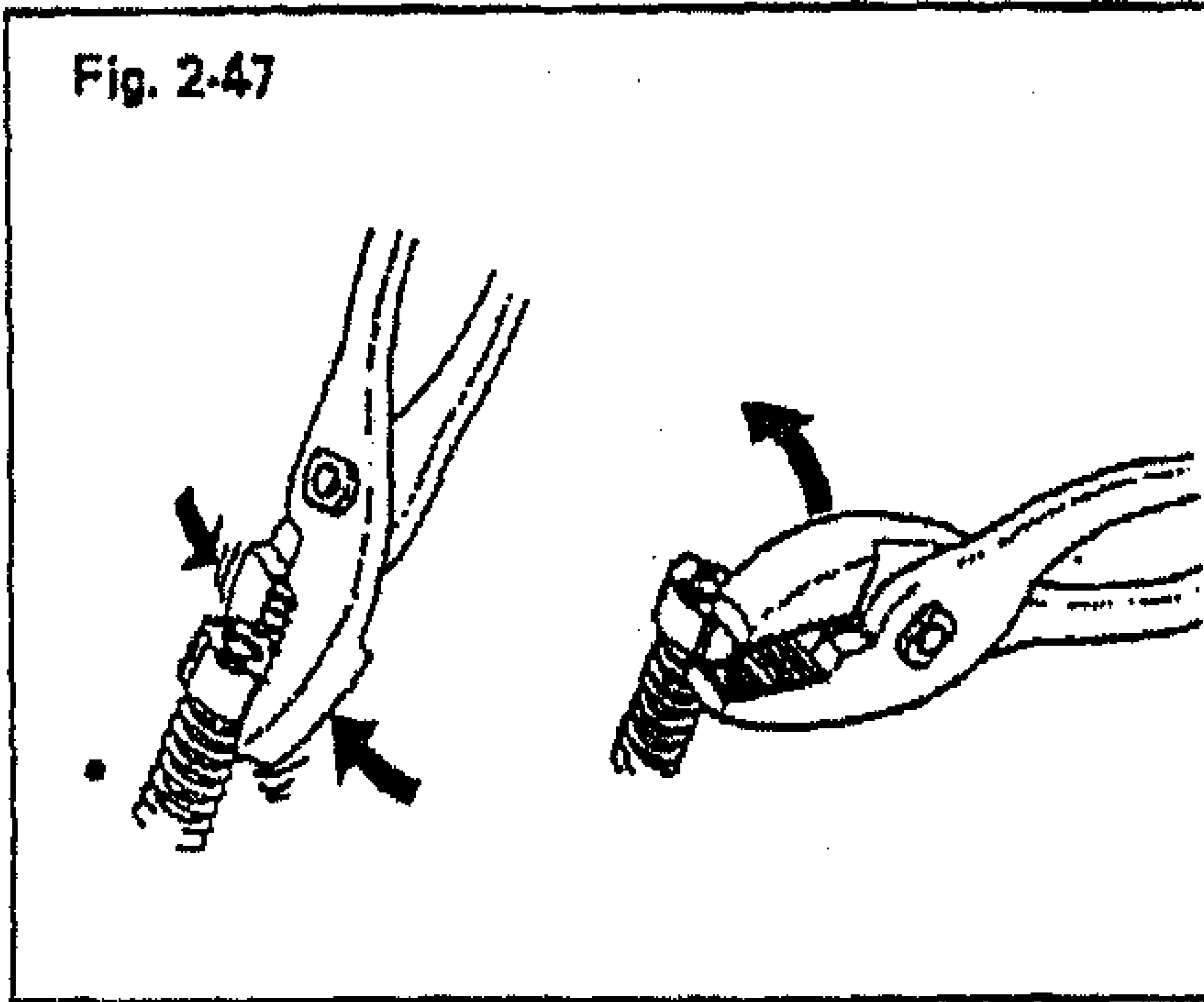
١. يجب أن يغلق الصمام تماماً عند سحب الشفاط من داخل السيارة حتى نهاية مشواره .

٢. يجب أن يفـتح الـصمام تماماً عند إرجاع الـشفاط لوضعه الأول .


Fig. 2-36

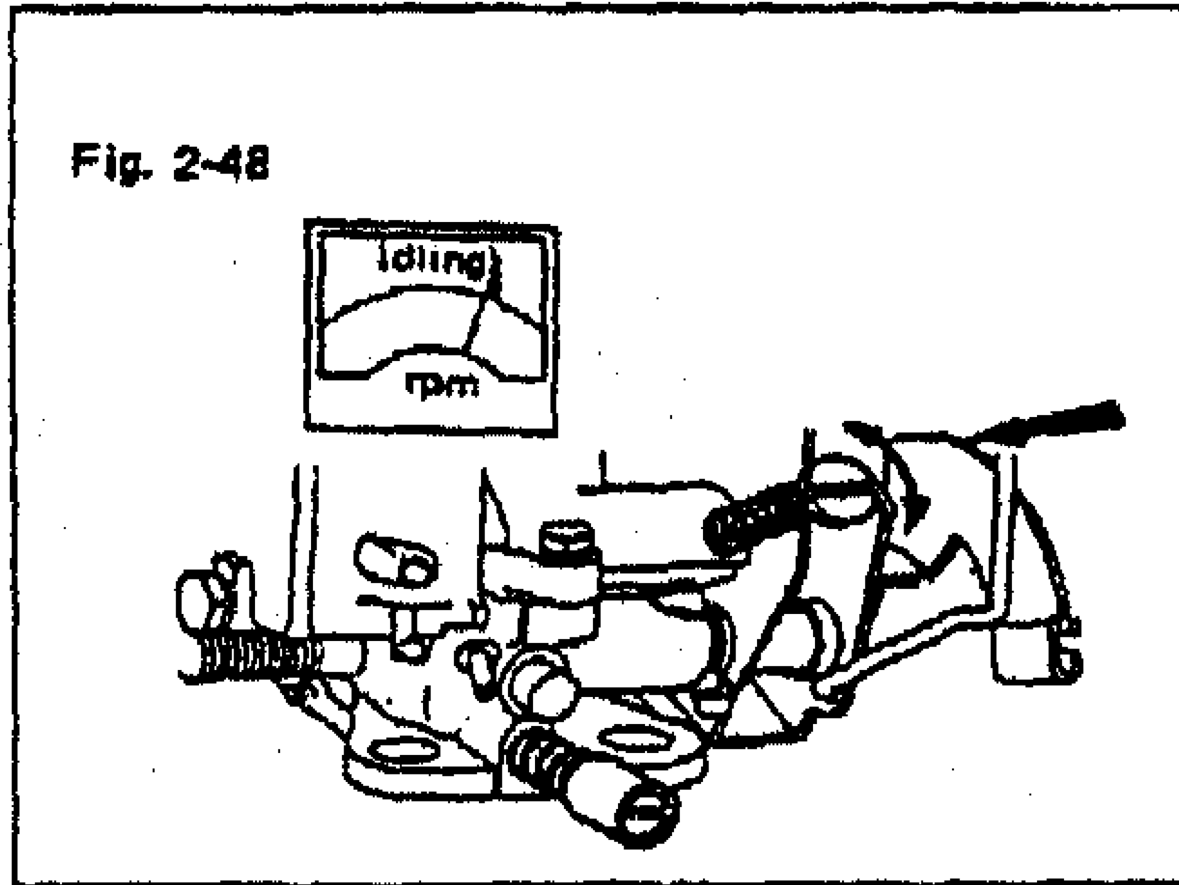
ضبط سرعة اللاحمل :

١. أخرج غطاء محـدد مـسمار ضبط سرعة اللاحمـل إن كـان موجوداً .

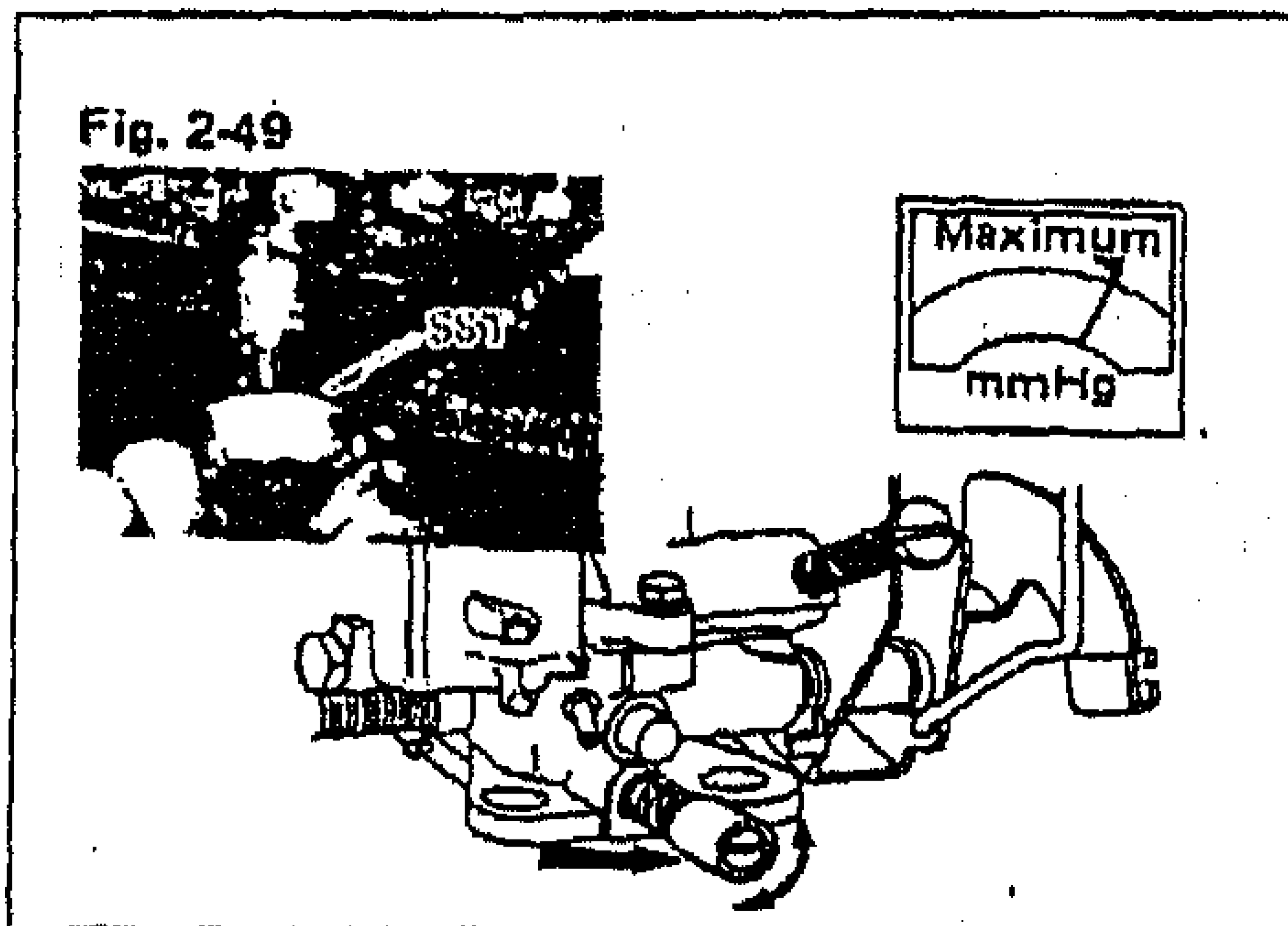

Fig. 2-47

٢. إضبط سرعة اللاحمل حتـى السرعة المحـددة بالمواصـفات بإدارة مسمار الضبط كما بالشكل .

سرعة اللحمل ٧٠٠ + ٥٠ لفة / د لكثير من المحركات .


Fig. 2-48

٣. بواسطة مسمار ضبط الخليط يتم الحصول علـى أكبـر قيمـة للتخلخل .


Fig. 2-49

٤. كرر الخطـــوة ٢ والطـــوة ٣ حتى نحصل على أعلى تخلخـــل عند سرعة اللاحمل المحددة .

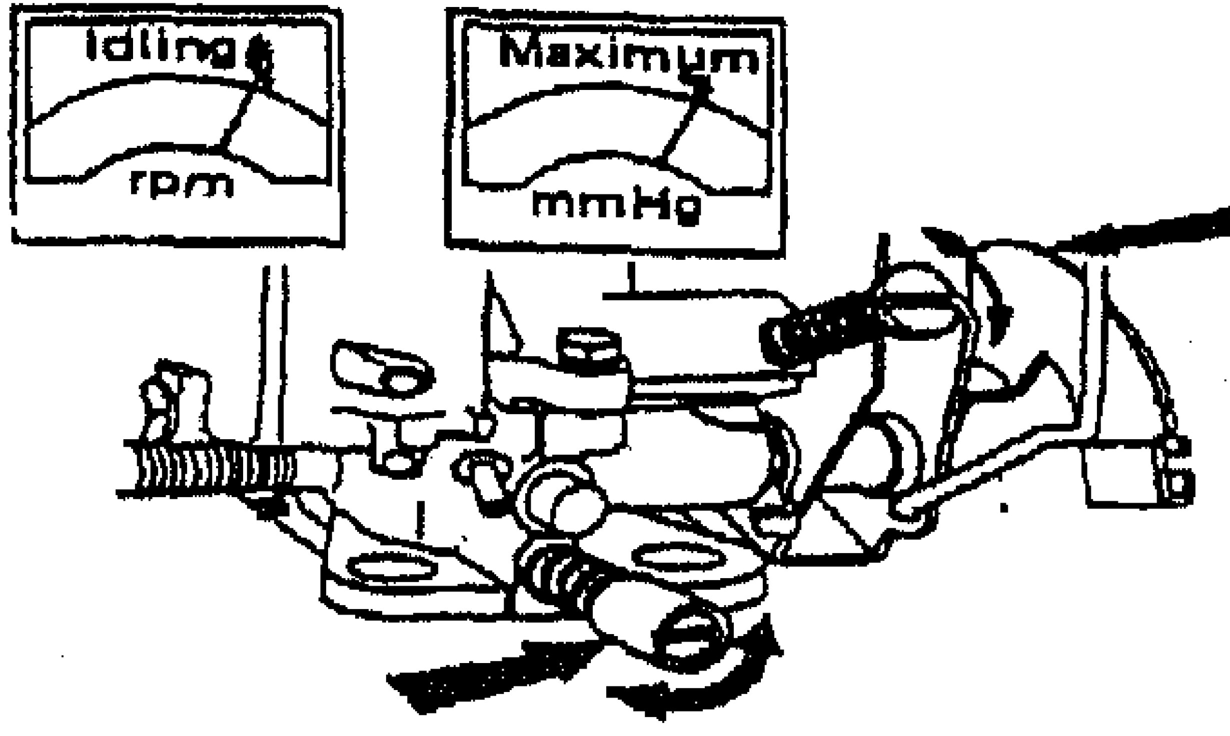


Fig. 2-50

٥. أرفع السرعة لحظياً بالضغط على دواسة الوقود ثـــم اتركهـــا وتأكد من عـــودة الســـرعة إلـــى سرعة اللاحمل المحددة .

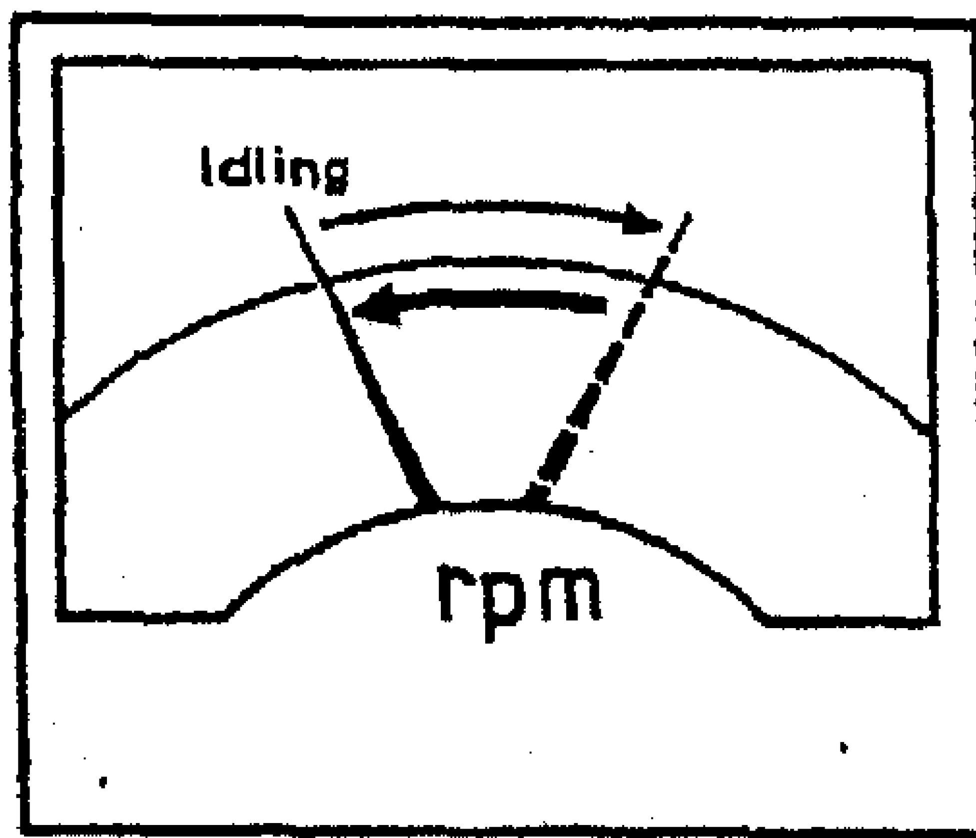


Fig. 2-51

٦. قس نسبة أول أكسيد الكربون CO بواسطة جهاز قياس CO في غازات العادم، ويتم رفع السرعة حتى ٢٠٠٠ لفة ٣٠ – ٦٠ ثانية قبل بدء عملةي القيـــاس اتـــرك الجهاز يعمل نحـو دقيقـــة حتـــى يحدث اتزان للجهاز ثم إبدأ فـــي القياس .

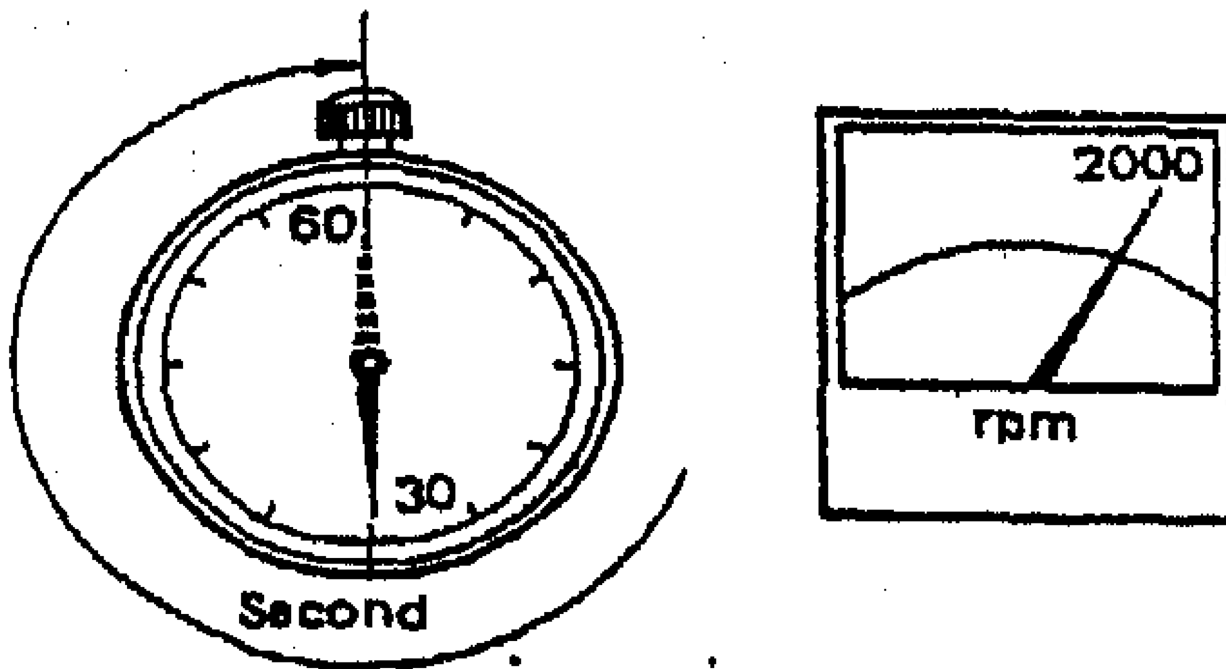


Fig. 2-52

نسبة أول أكسيد الكربون الشائعة.
١,٥ + ٠,٥ %

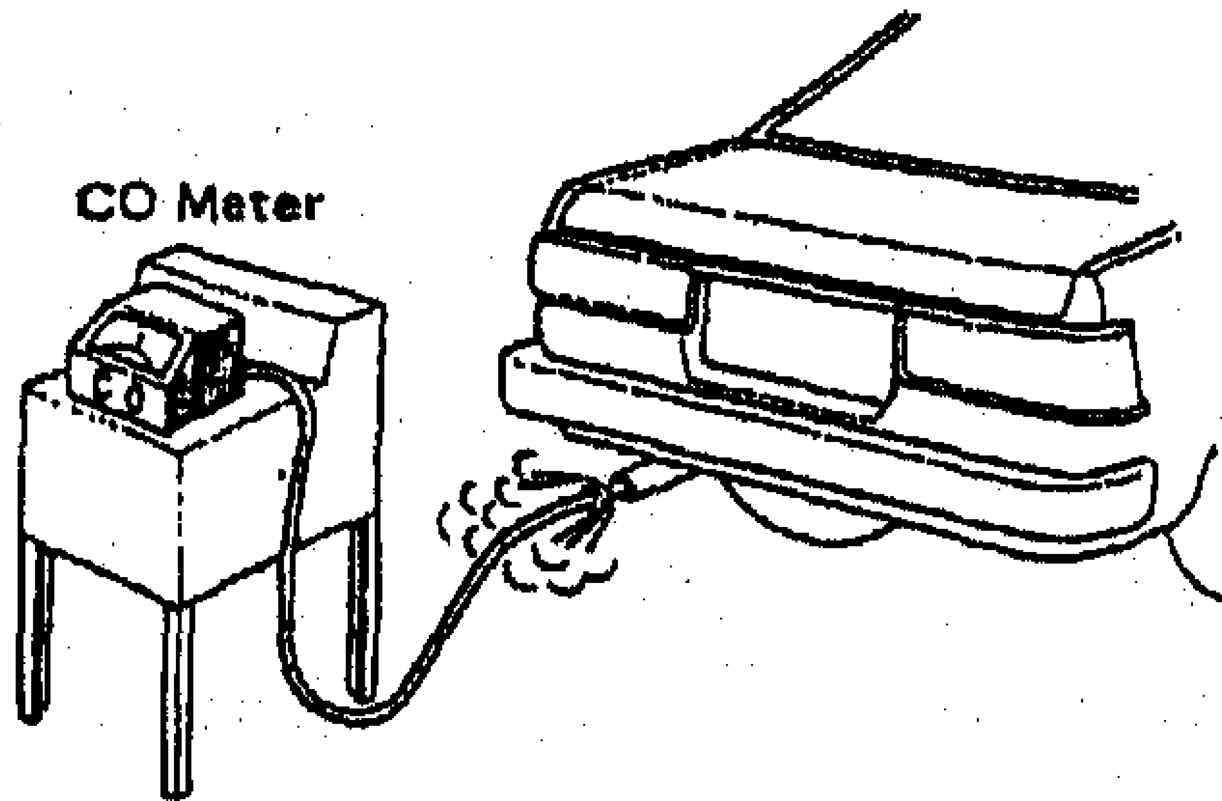


Fig. 2-53

إذا كانت النسبة أكبر من اللازم اربط مسمار ضبط الخليط قليلا.. قليلاً حتى نحصل على النسبة المطلوب مع ملاحظة عدم انخفاض سرعة المحرك عن سرعة اللاحمل .

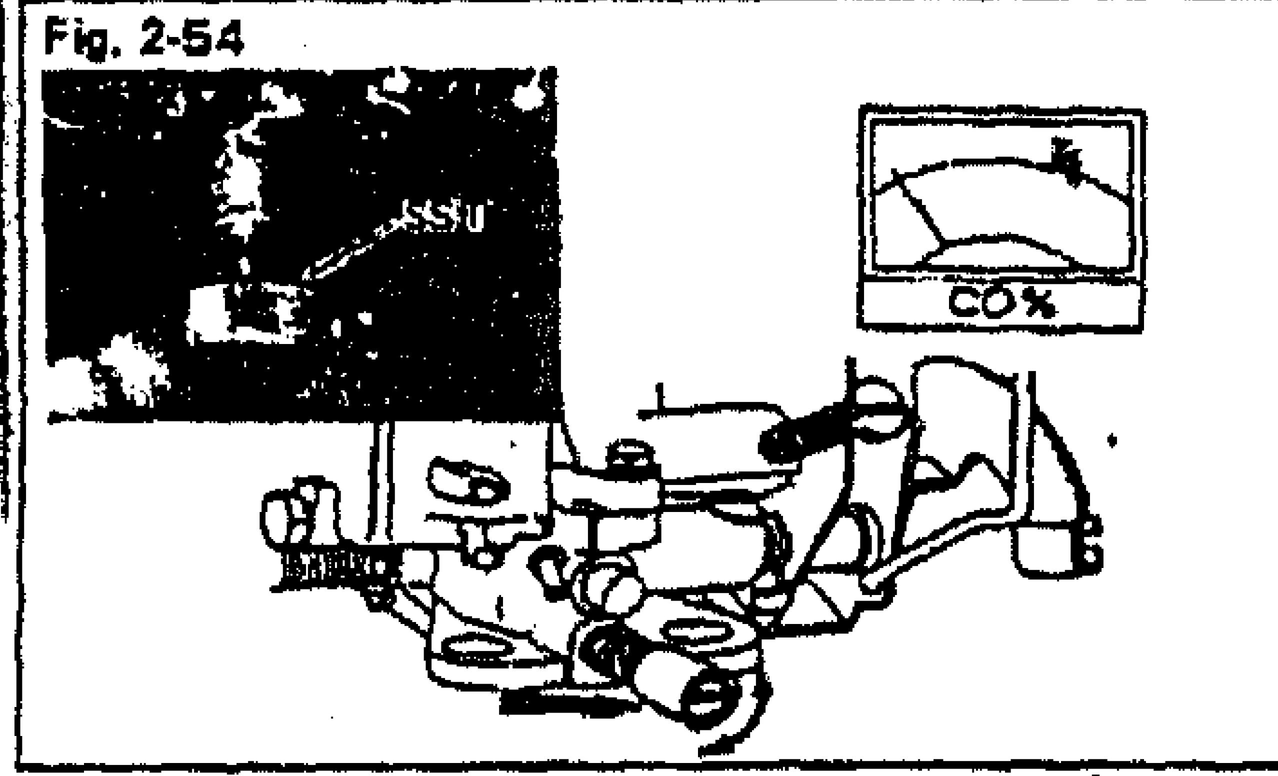


Fig. 2-54

٩. أعد توصيل خرطوم صمام تعويض سرعة اللاحمل على الساخن HC

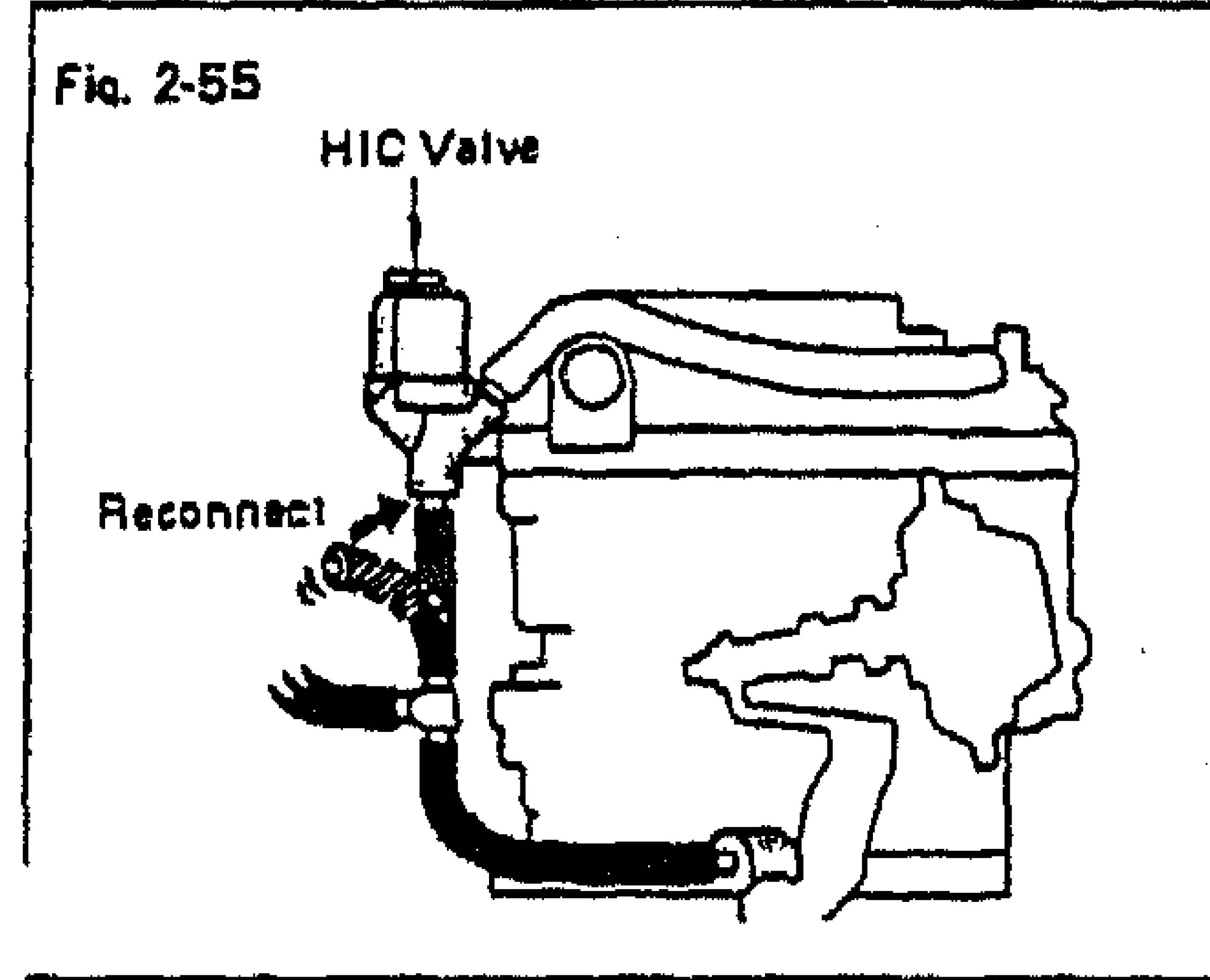


Fig. 2-55

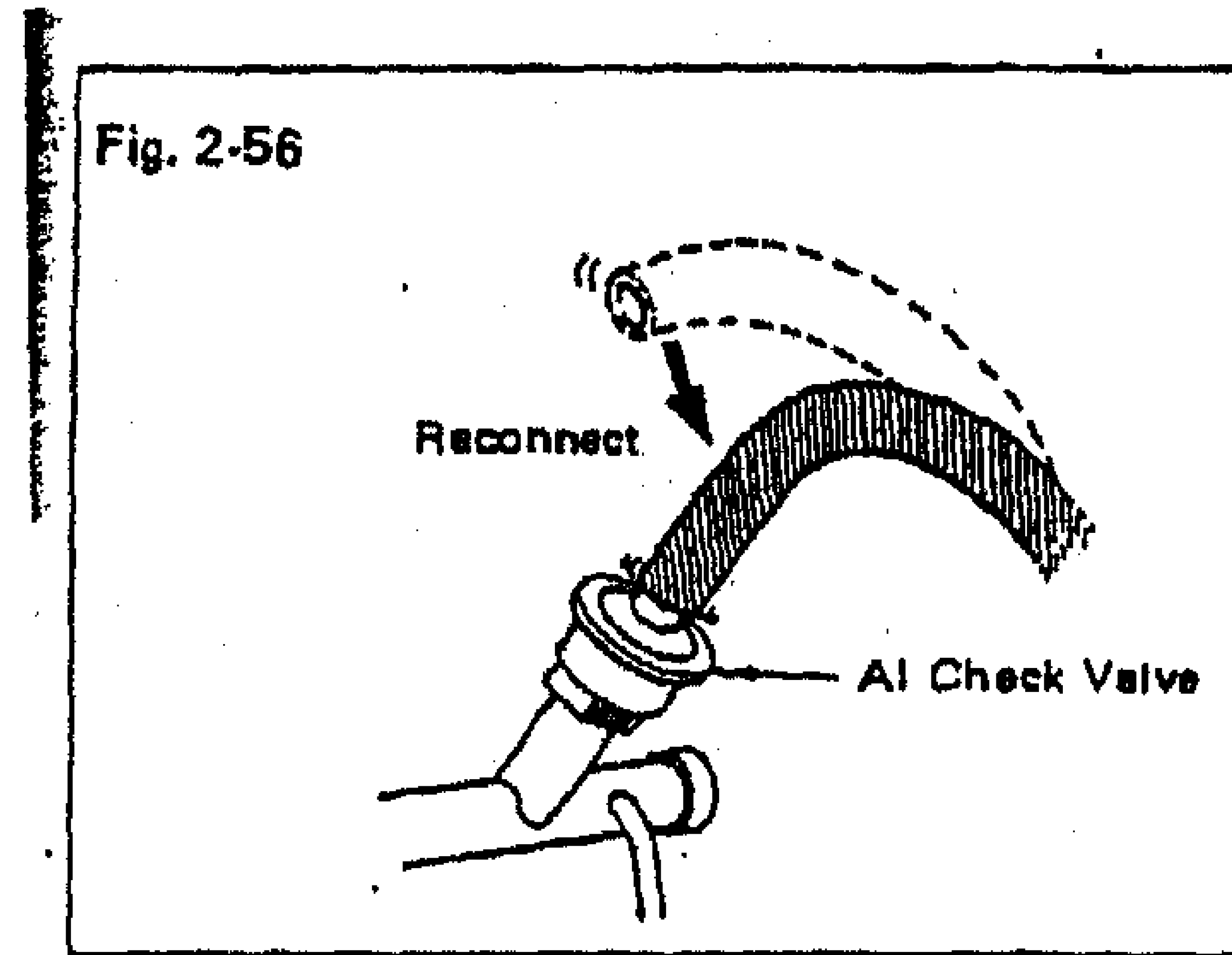
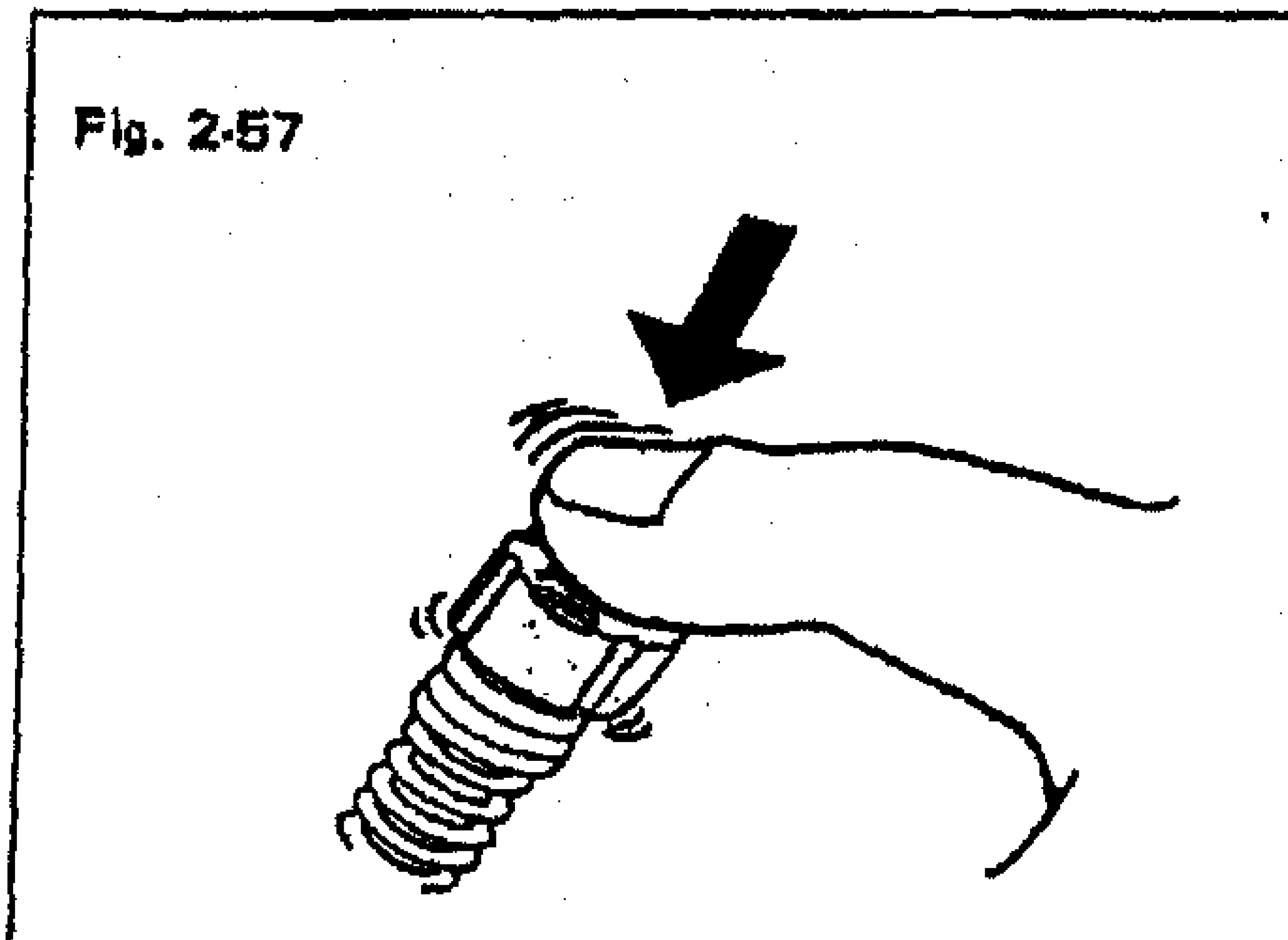


Fig. 2-56

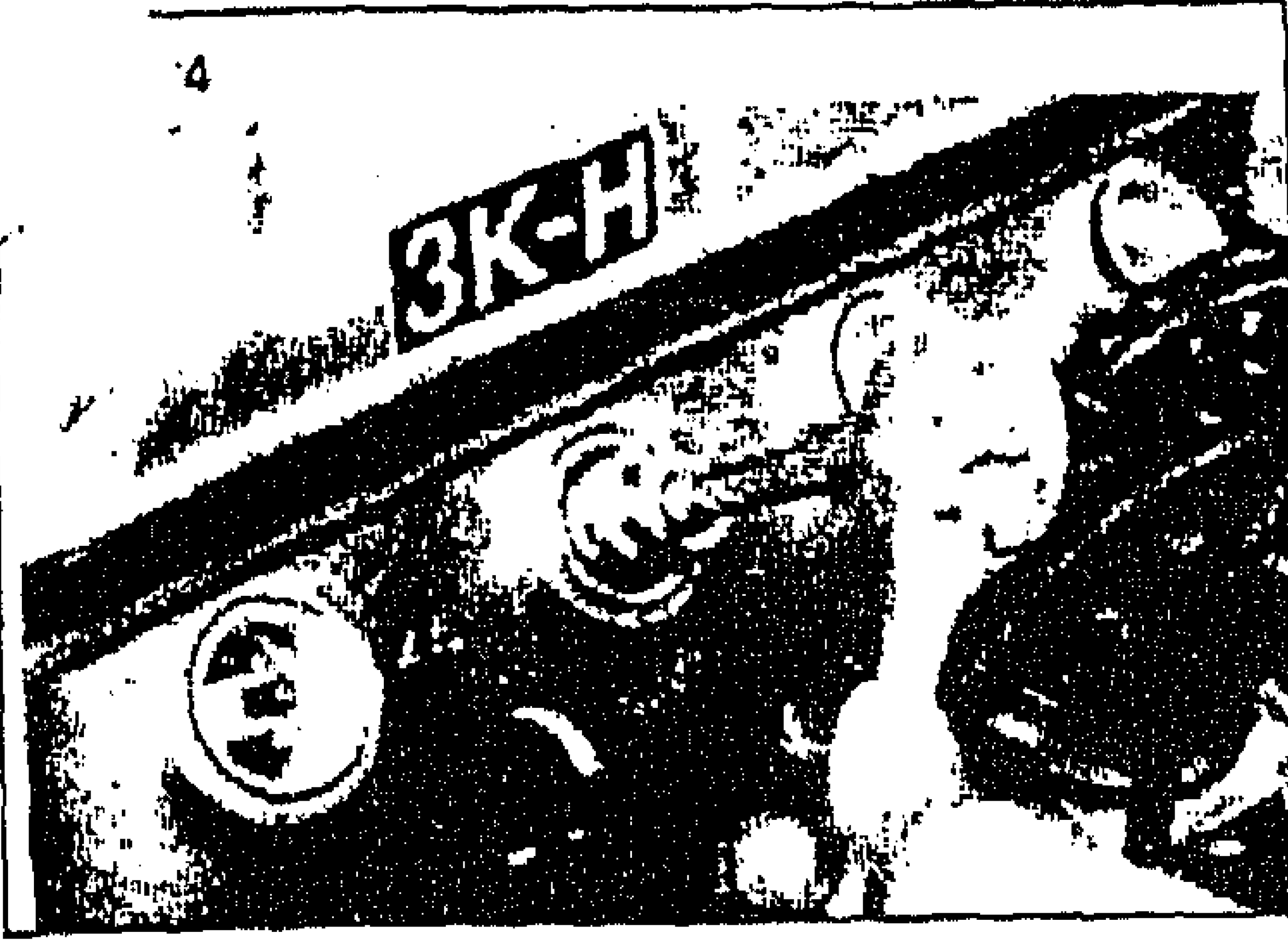
١٠. ركب غطاء جديد لمحدد سرعة اللاحمل .


Fig. 2-57

اختبار ضغط الانضغاط

١. أدر المحرك حتى يصل لدرجة التشغيل.

٢. أوقف المحرك وفك جميع شمعات الاشعال .



٣. إفصل كابل الضغط العالي من ملف الاشعال .

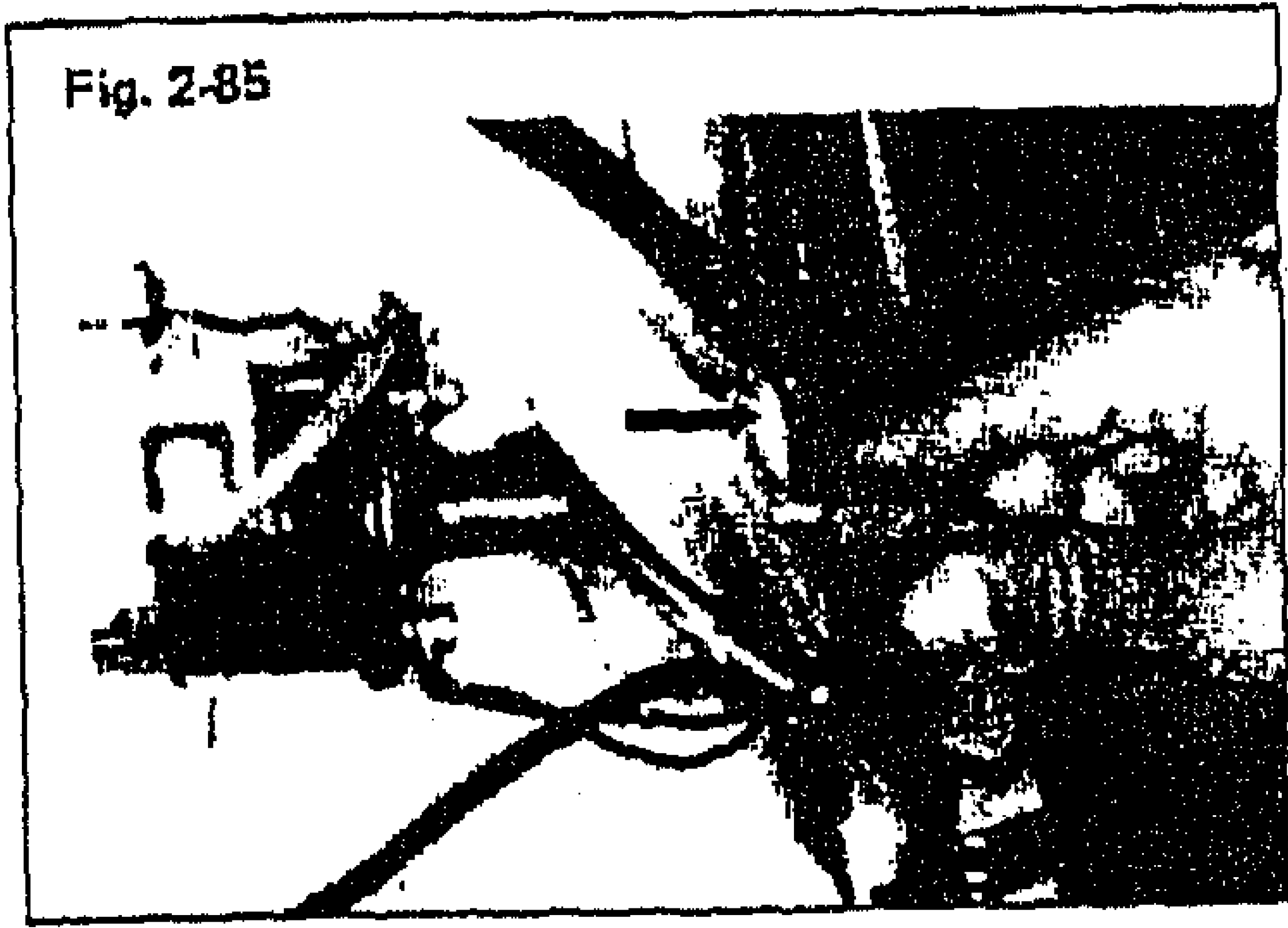


Fig. 2-85

٤. ركب جهاز قياس ضغط الانضغاط بالربط مكتن شمعة الاشعال .

٥. إضغط بدال السرعة على آخره .

٦. أدر المحرك بالمارش وسجل القارءة بعد نحو ٨ دورات للمحرك .

ضغط الانضغاط القياسي نحو ١١كجم / سم٢ وجيب أن لا يقل عن ٩ كجم/سم٢.

- الفرق المسموح به بين الاسطوانات ١كجم/ سم٢.

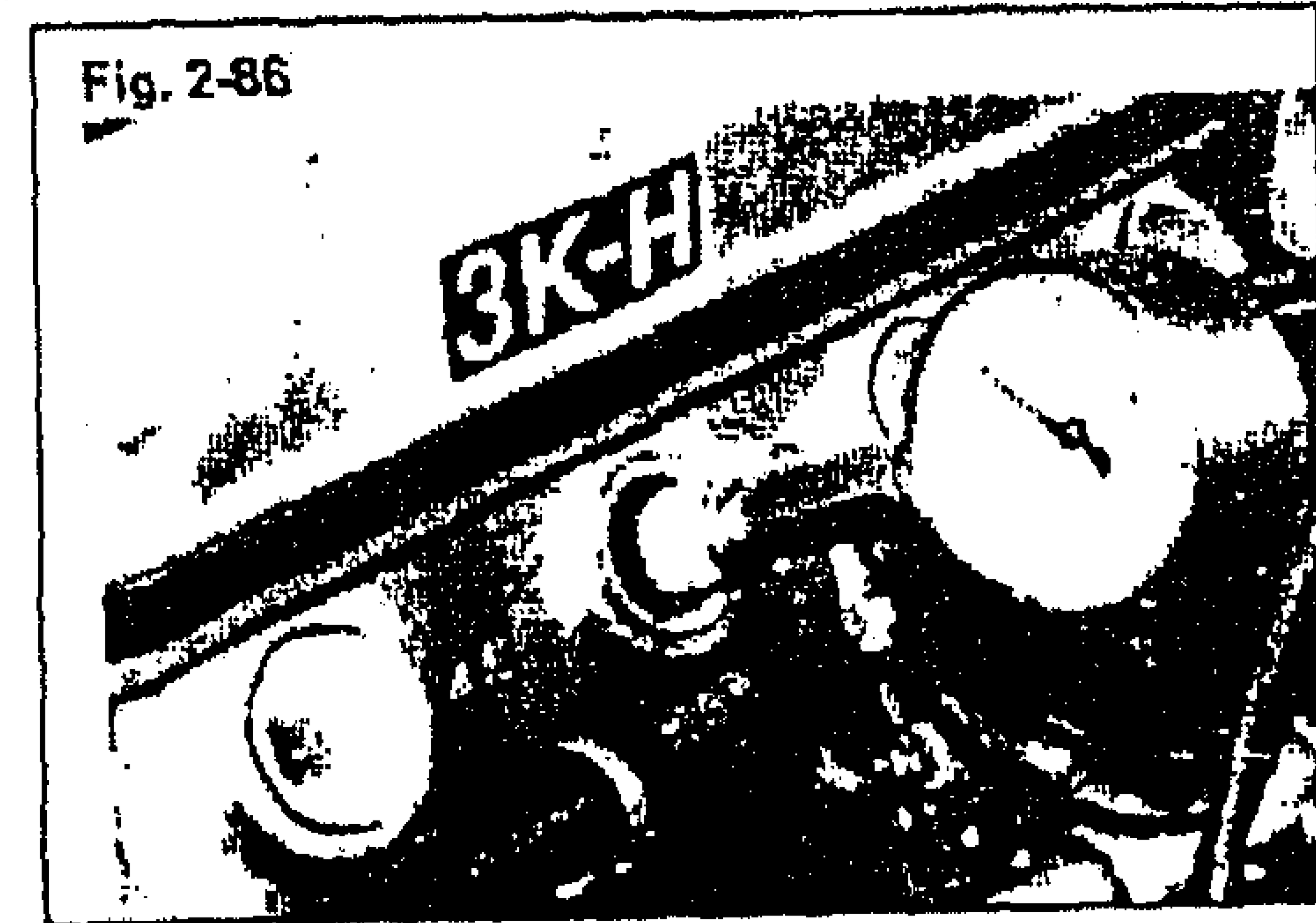


Fig. 2-86

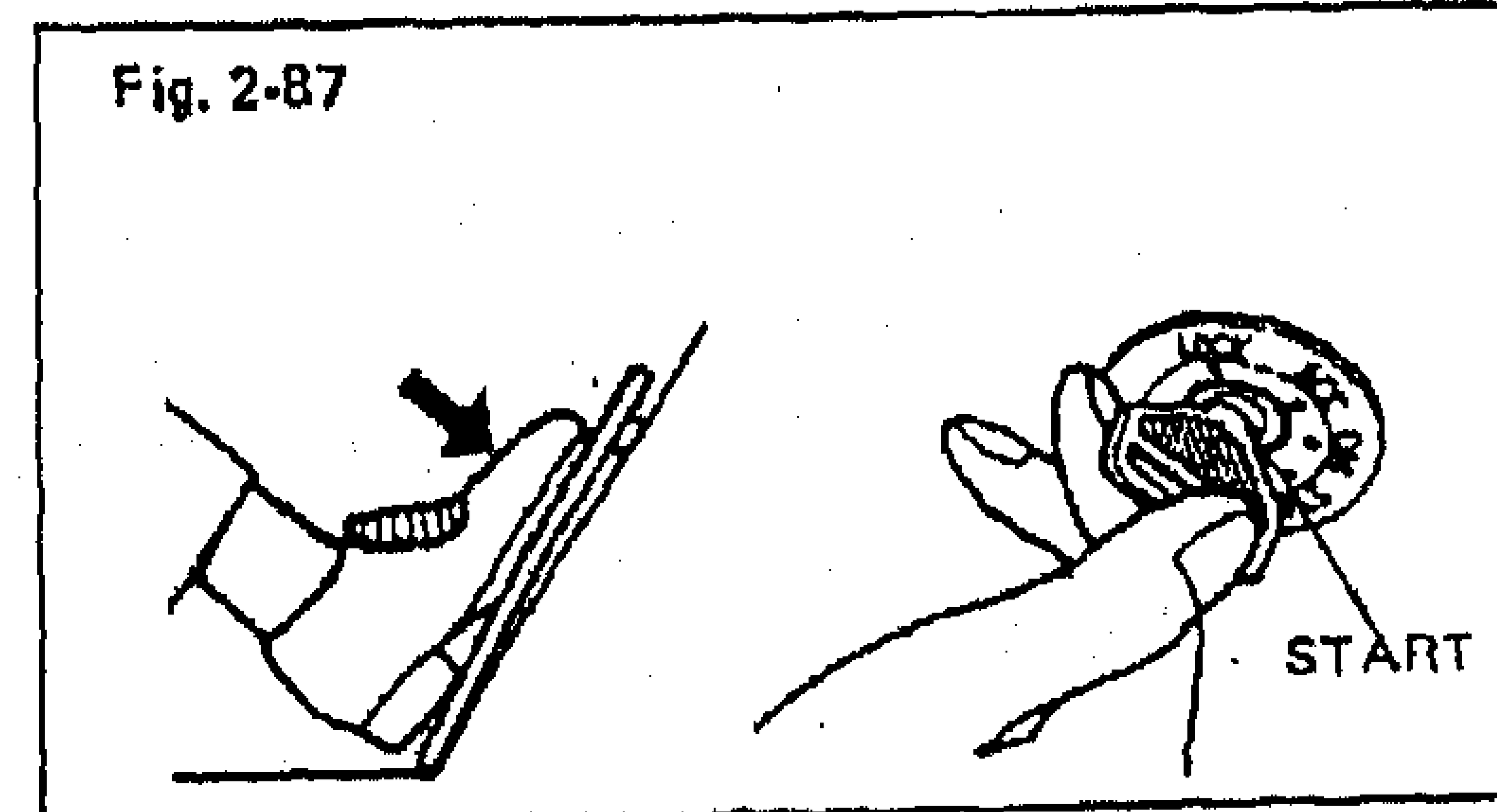
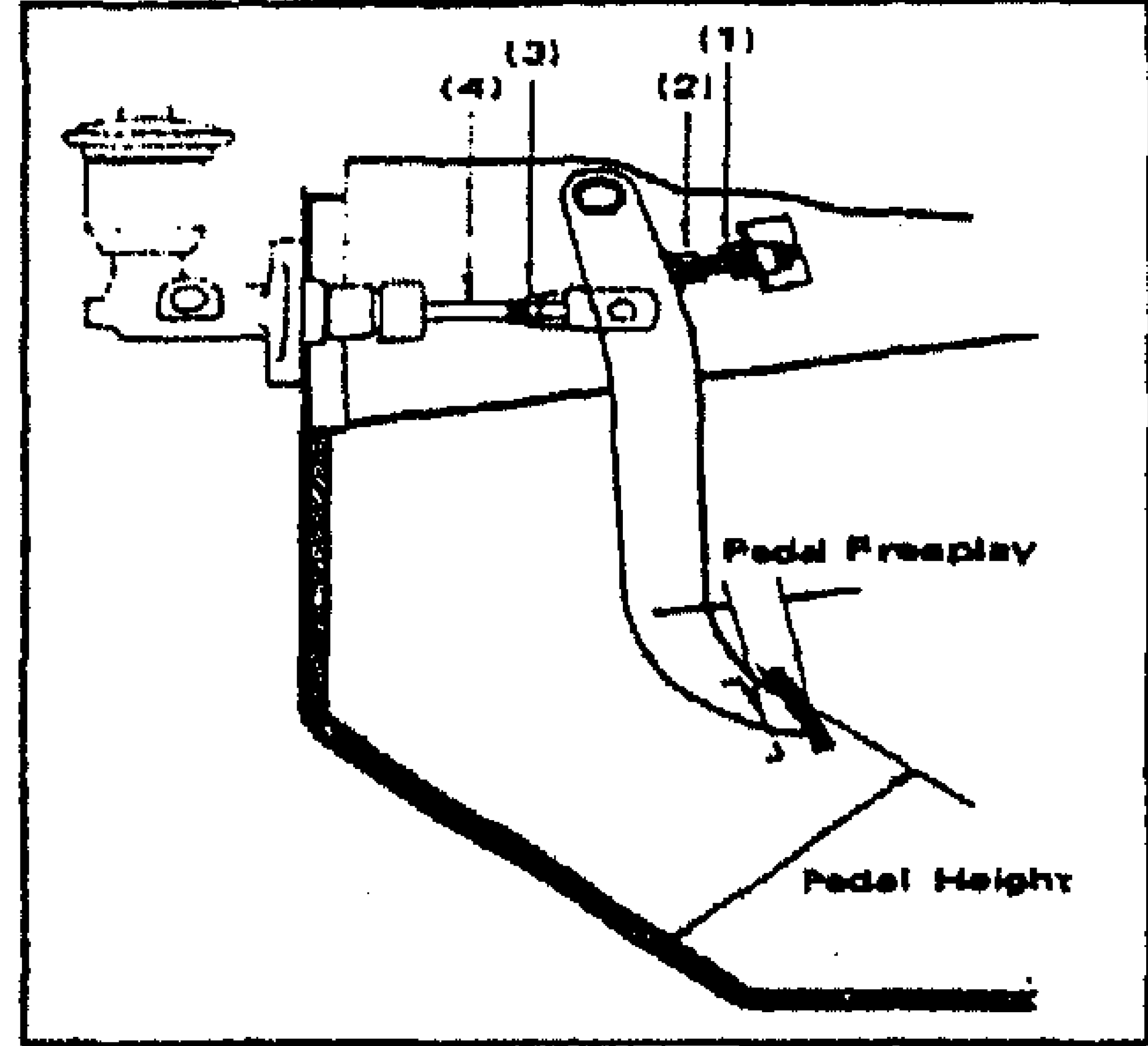


Fig. 2-87

صيانة القابض



الضبط

بدال القابض :

١ – فك الصامولة (١)فكاً خفيفاً .

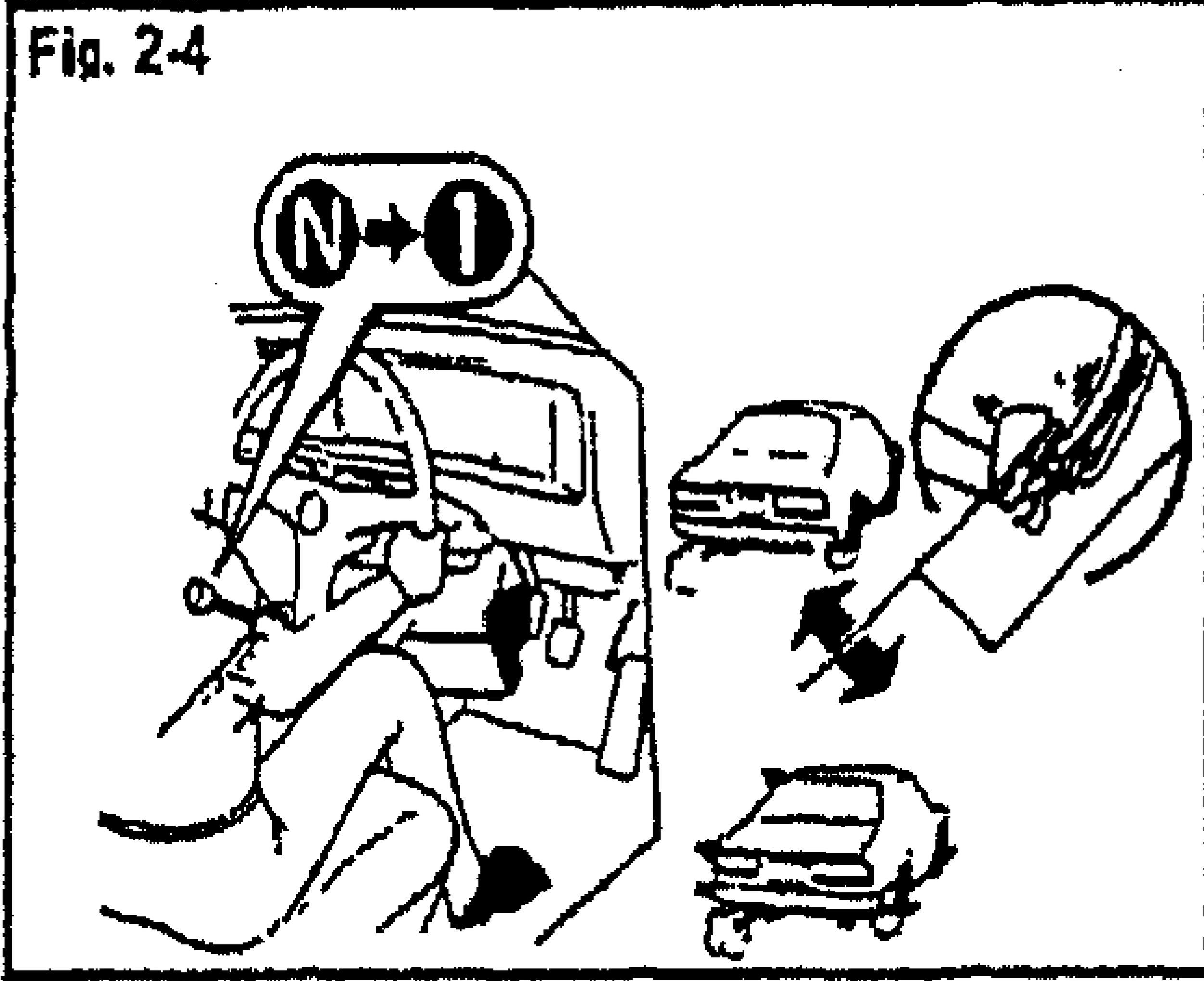
٢ – اضبط ارتفاع البدال بإدارة مسمار الإيقاف (٢)

المشوار الحر لبدال القابض :

١ – فك الصامولة (٣) فكاً خفيفاً .

٢ – أضبط المشوار الحر بإدارة ساق الدفع (٤)

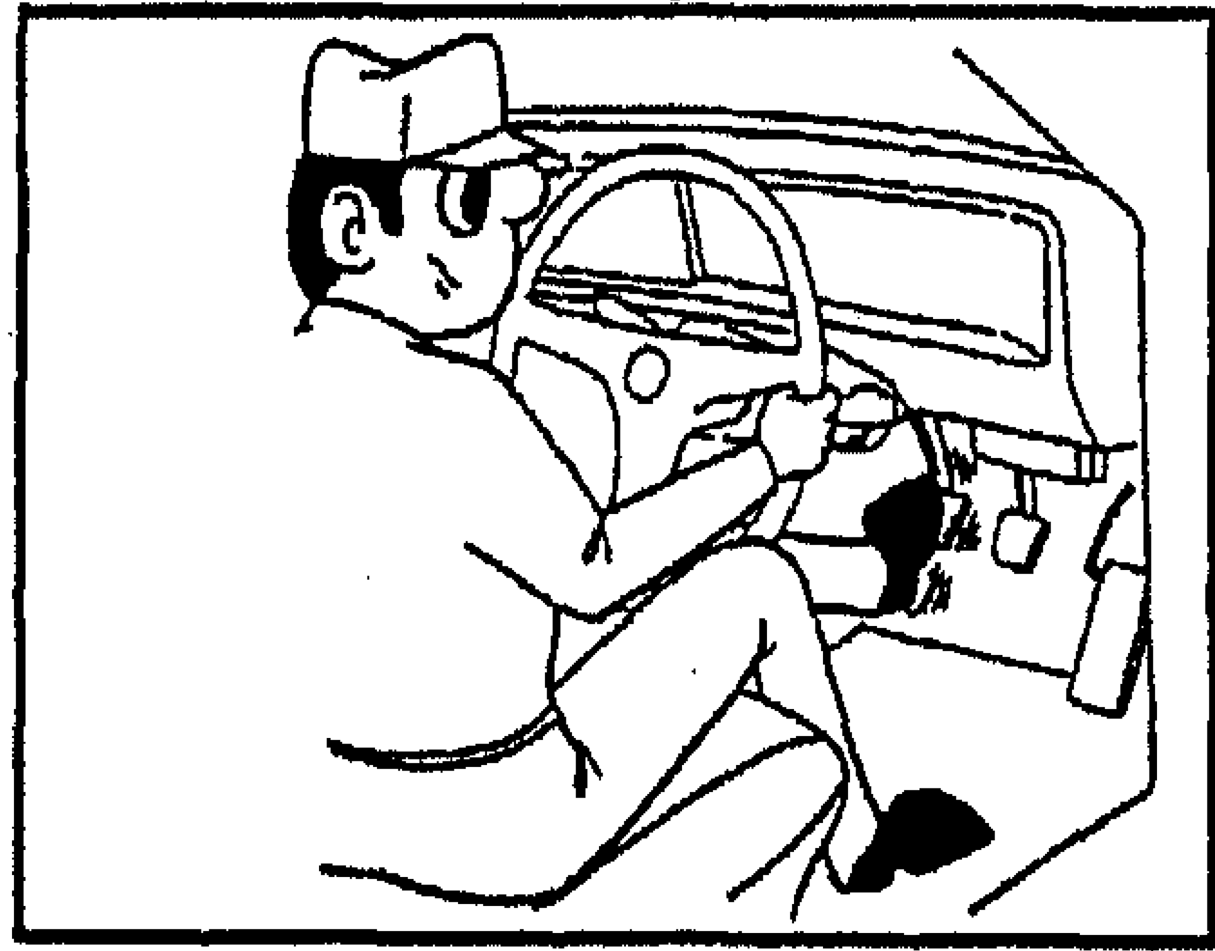
المشوار الحر يبلغ من ٥–١٥ملليمتر



إختبار بداية التشغيل (بداية وصل القابض)

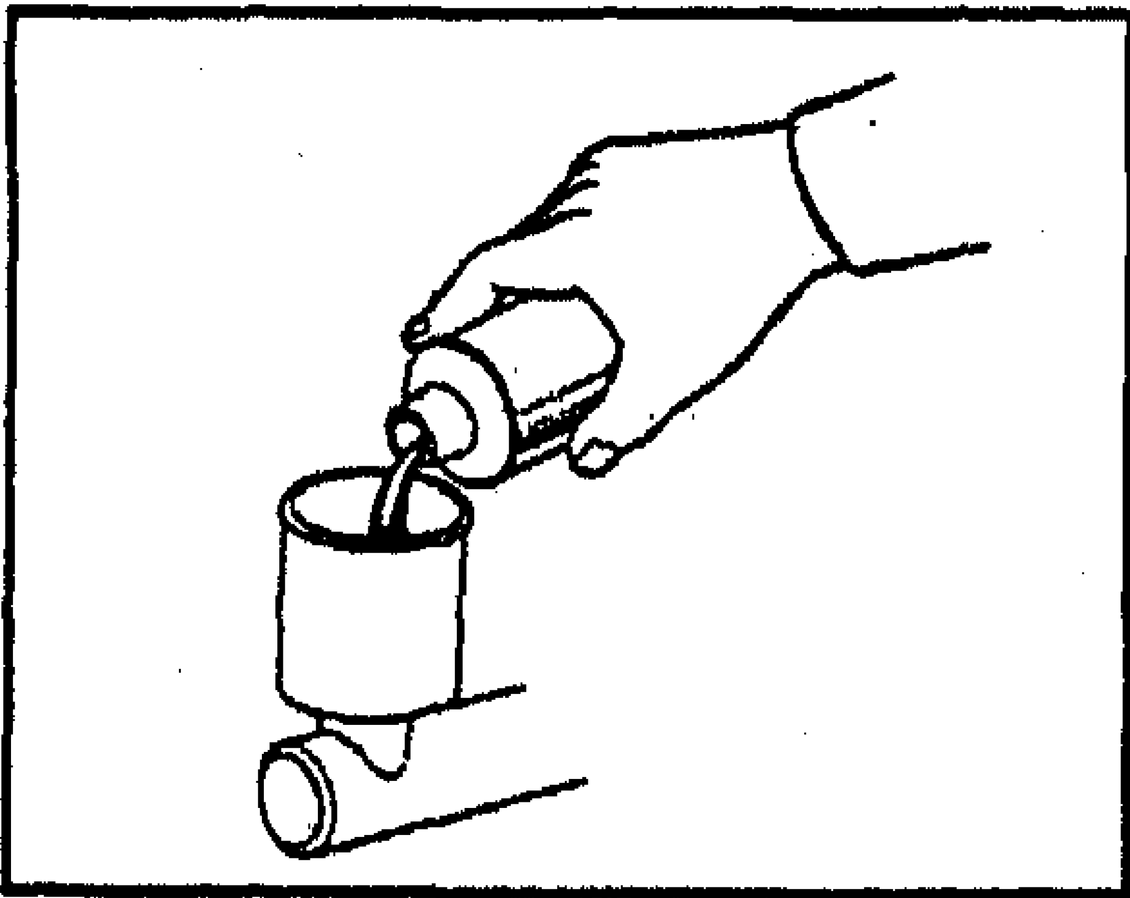
١ – اضغط بدال القابض حتى الأرضية.

٣ – أدر المحرك وابدأ برفع القدم ببطئ تأكد أنه عند بداية تحرك السيارة على السرعة الأولى أن المسافة من الأرضية حتى البدال لا تقل عن ٢٥ ملليمتر .



إستنزاف الهواء :

إذا حدث إنخفاض للبدال أو ظاهرة القابض الإسفنجية (الضغط المتكرر للحصول على الفصل) ففي الغالب يكون هناك هواء في دائرة الزيت ويجب استئصاله .



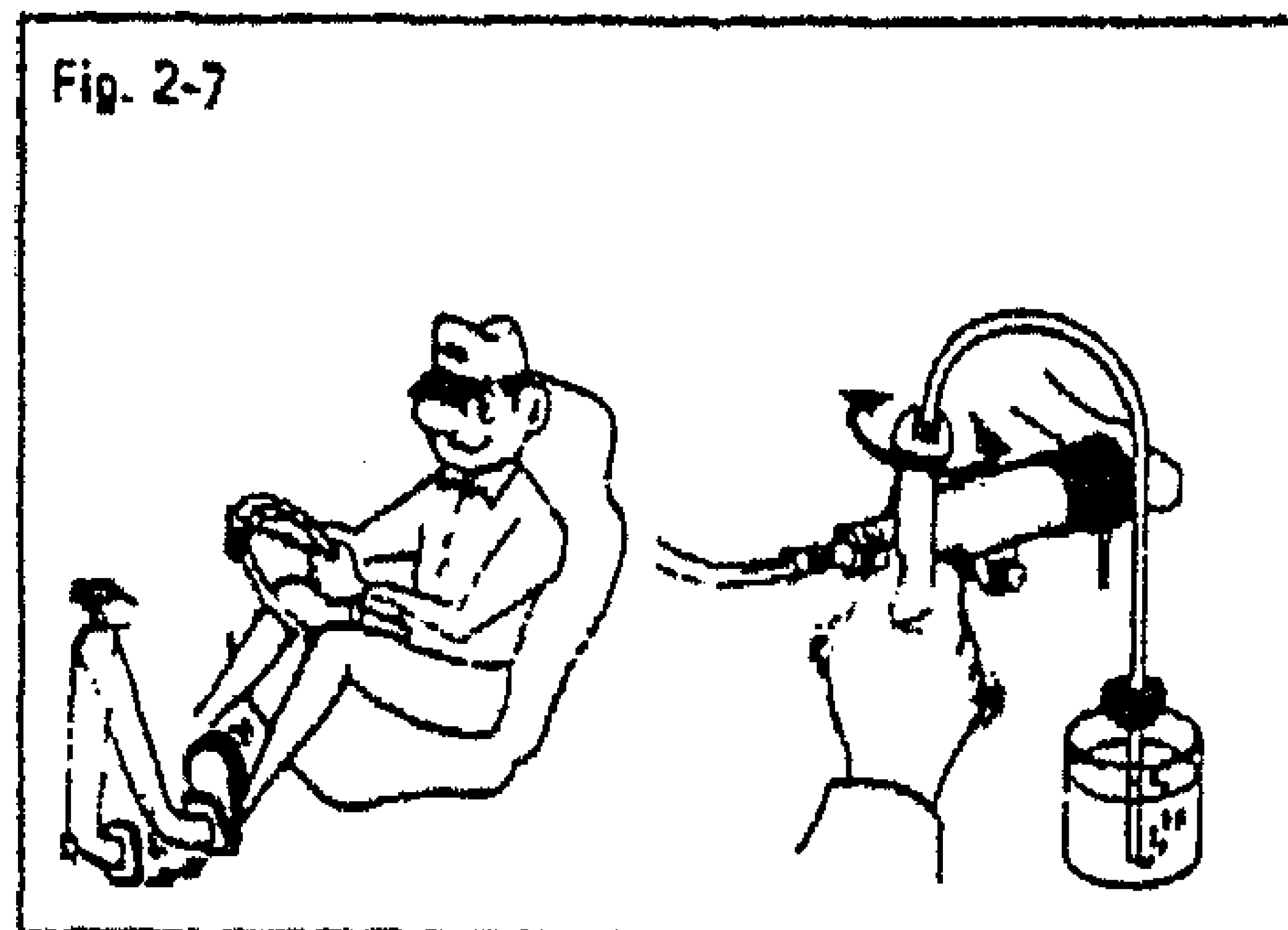
ملاحظة :

تجنب وقوع الزيت على الأسطح ذات الطلاء .

١ – قم بملء خزان الزيت للأسطوانة الرئيسية

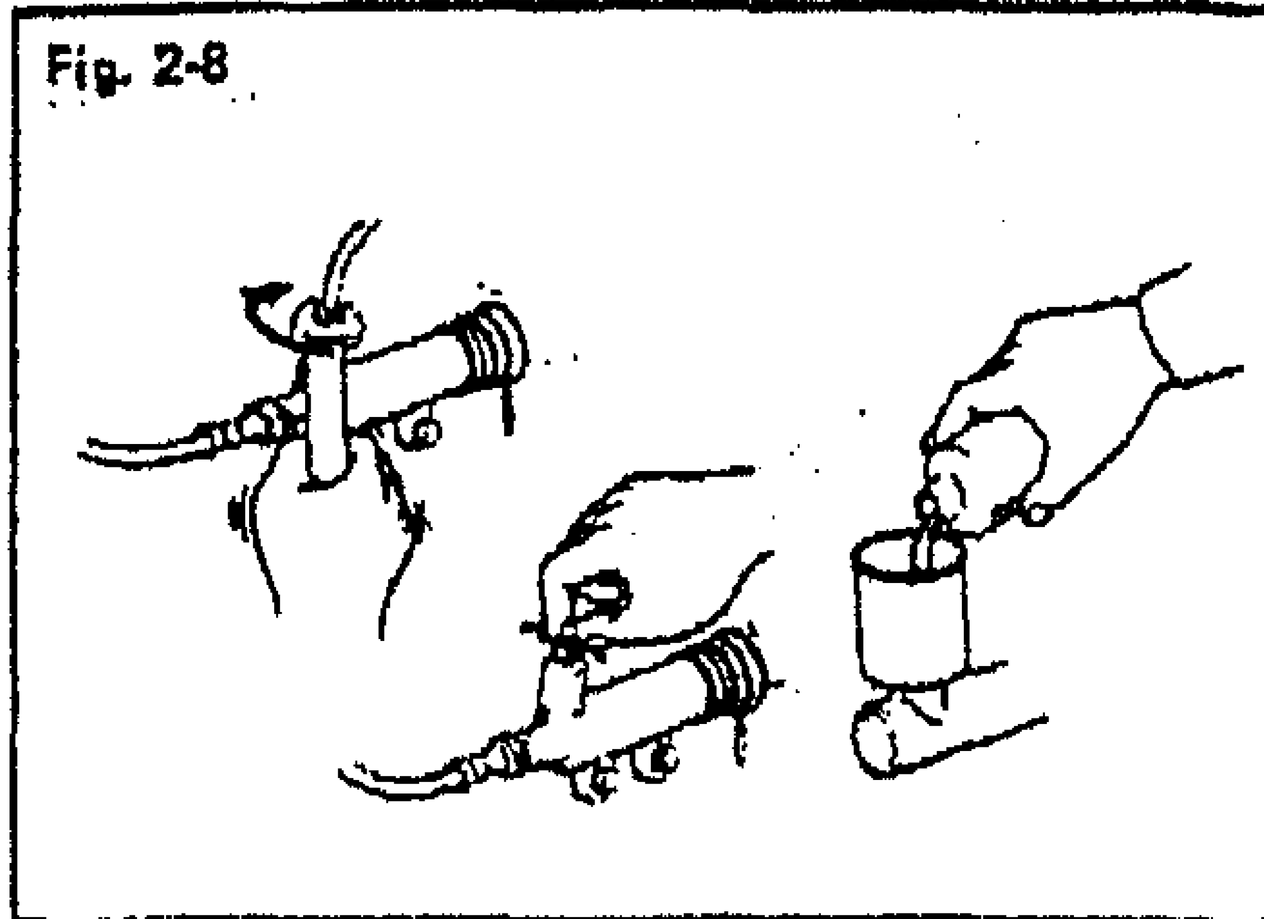
ملاحظة :

تأكد دائماً أن الخزان به زيت أثناء عملية الاستنزاف



٢ – وصل أنبوب رفيع مع ماسورة استنزاف الهواء وضع طرفها الآخر في إناء كما بالشكل .

٣ – اضغط بدال القابض عدة مرات وبينما الضغط على البدال قائم فك مسمار الاستنزاف من ١/٣ إلى ½ لفة فيحدث انخفاض للضغط داخل المواسير وكذلك انخفاض البدال ، وهنا قم بإعادة الربط مرة أخرى .

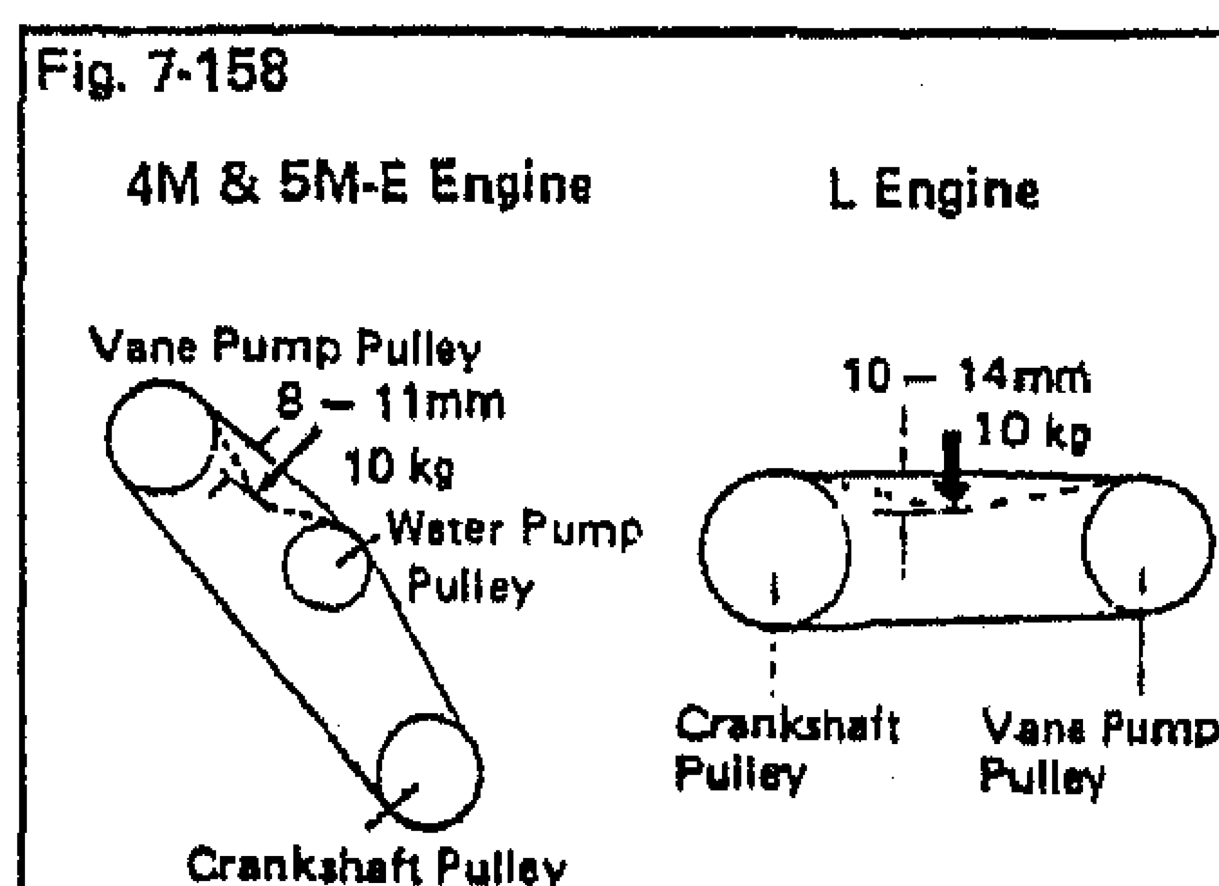


٤ – كرر الخطوة السابقة حتى ينعدم وجود هواء في الدورة ثم اضغط البدال واربط جيداً المسمار وضع الغطاء المطاطي على ماسورة الاستنزاف .

٥ – ضع زيت إضافي في خزانالأسطوانة الرئيسية حتى المستوى القياسي

٦ – راقب إن كان هناك تسرب حول المواسير عند الضغط على البدال

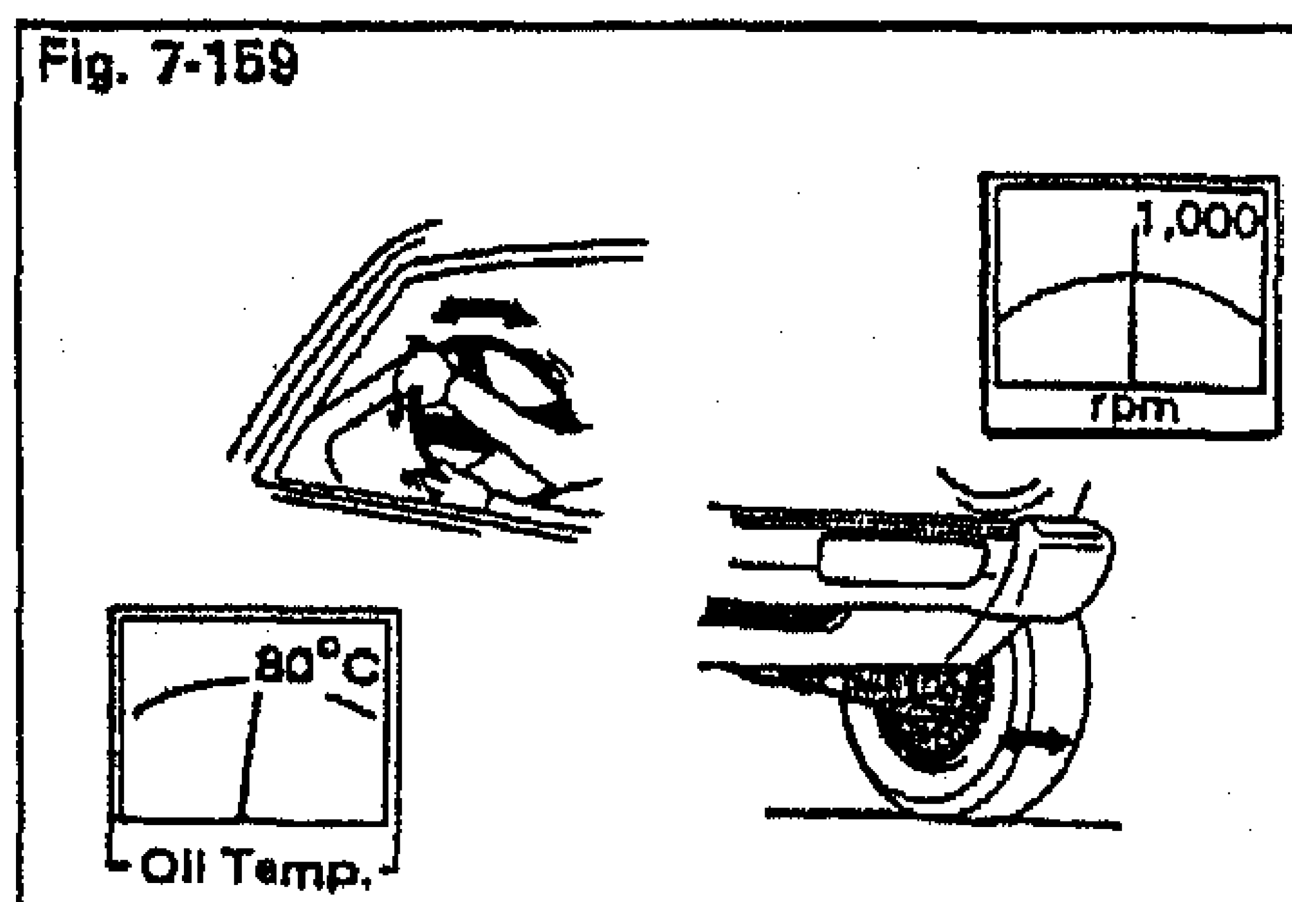
صيانة منظومة التوجيه



الفحص على السيارة

سير الإدارة لمضخة الزيت

الشد نحو ٨–١٠ مم



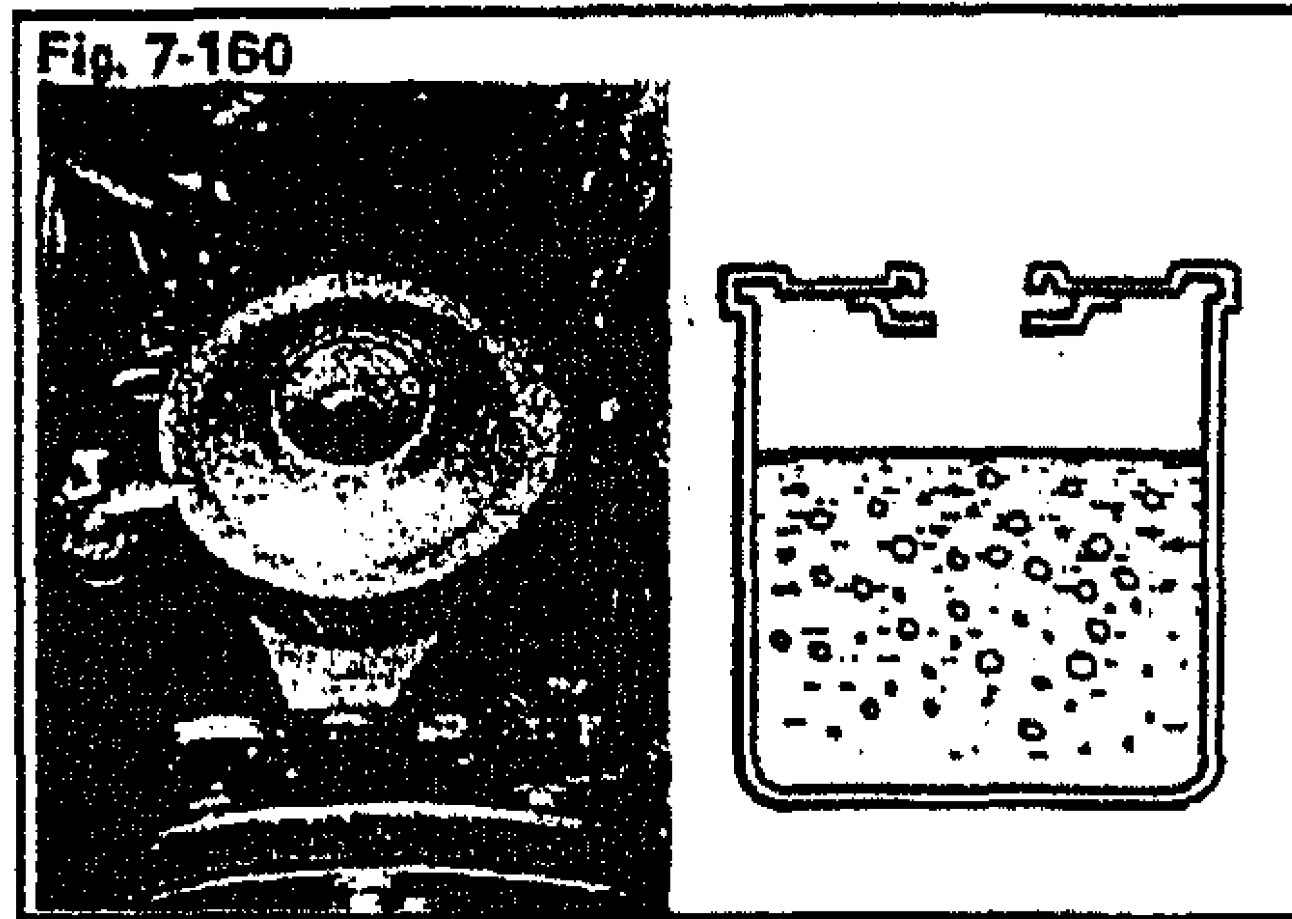
مستوى الزيت

١–ضع السيارة على أرض مستوية

٢–أدر السيارة للوصول لدرجة حرارة التشغيل

٣–ضع سرعة المحرك على نحو ١٠٠٠لفة/د

٤–أدر عجلة القيادة من الأول إلى الأخر عدة مرات


Fig. 7-160

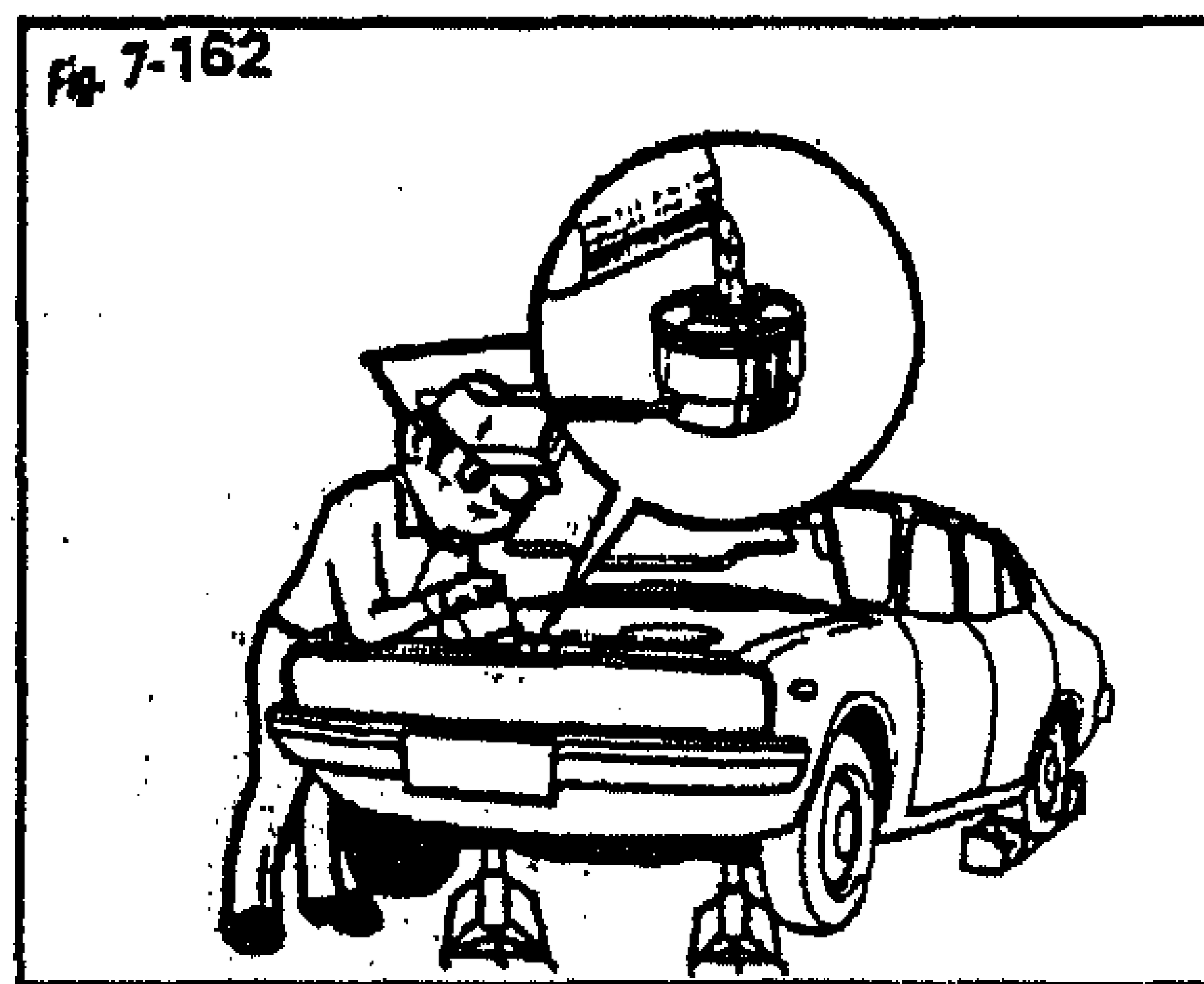
درجة حرارة الزيت يجب أن تكون بين ٤٠-٨٠ درجة مئوية

٥-اختبر وجود استحلاب في الزيت إذا وجد يكون هناك هواء بالـــدائرة أو يكون مستوى السائل منخفض جداً


Fig. 7-161

٦-بواسطة مقياس الزيت راجع المستوى

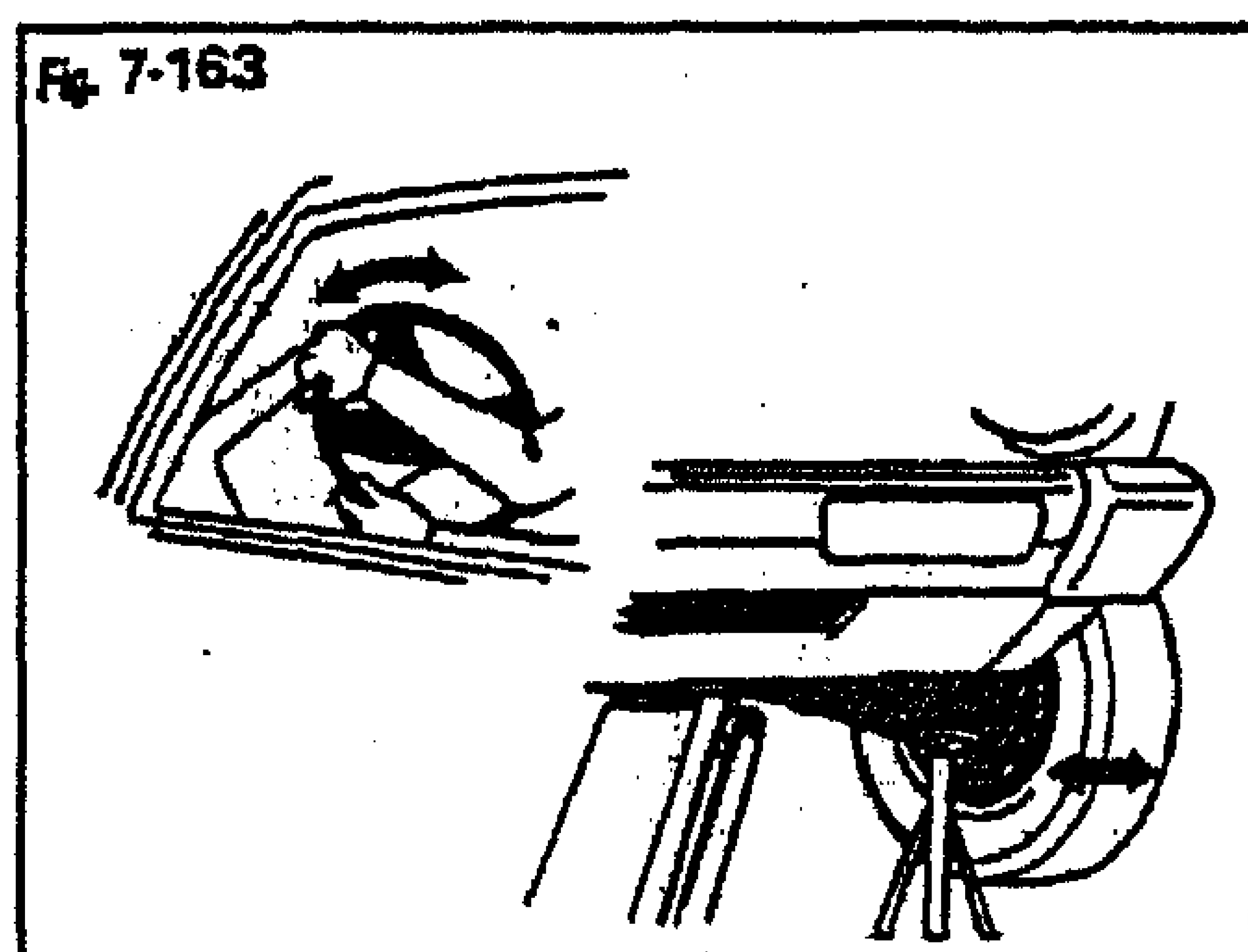
٧-اختبر النظام كله من حيث التسرب


Fig. 7-162

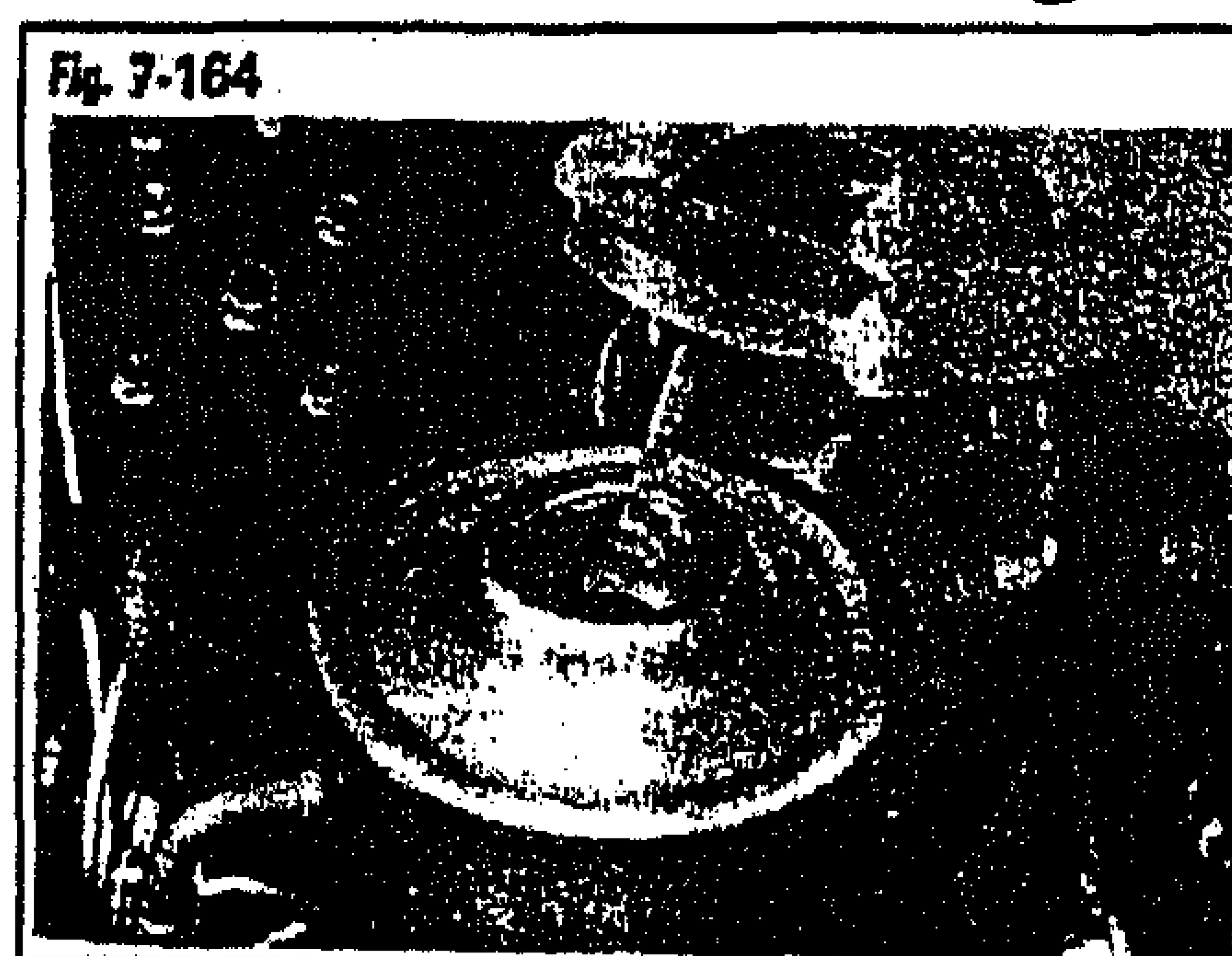
استنزاف الهواء :

١-تأكد أن مستوى الزيت صحيح

٢-أرفع السيارة من المقدمـــة وضـــعها على حامل


Fig. 7-163

٣-أدر عجلة القيادة من الأول إلى الآخر ٣ مرات


Fig. 7-164

٤-أعد اختبار مستوى الزيت

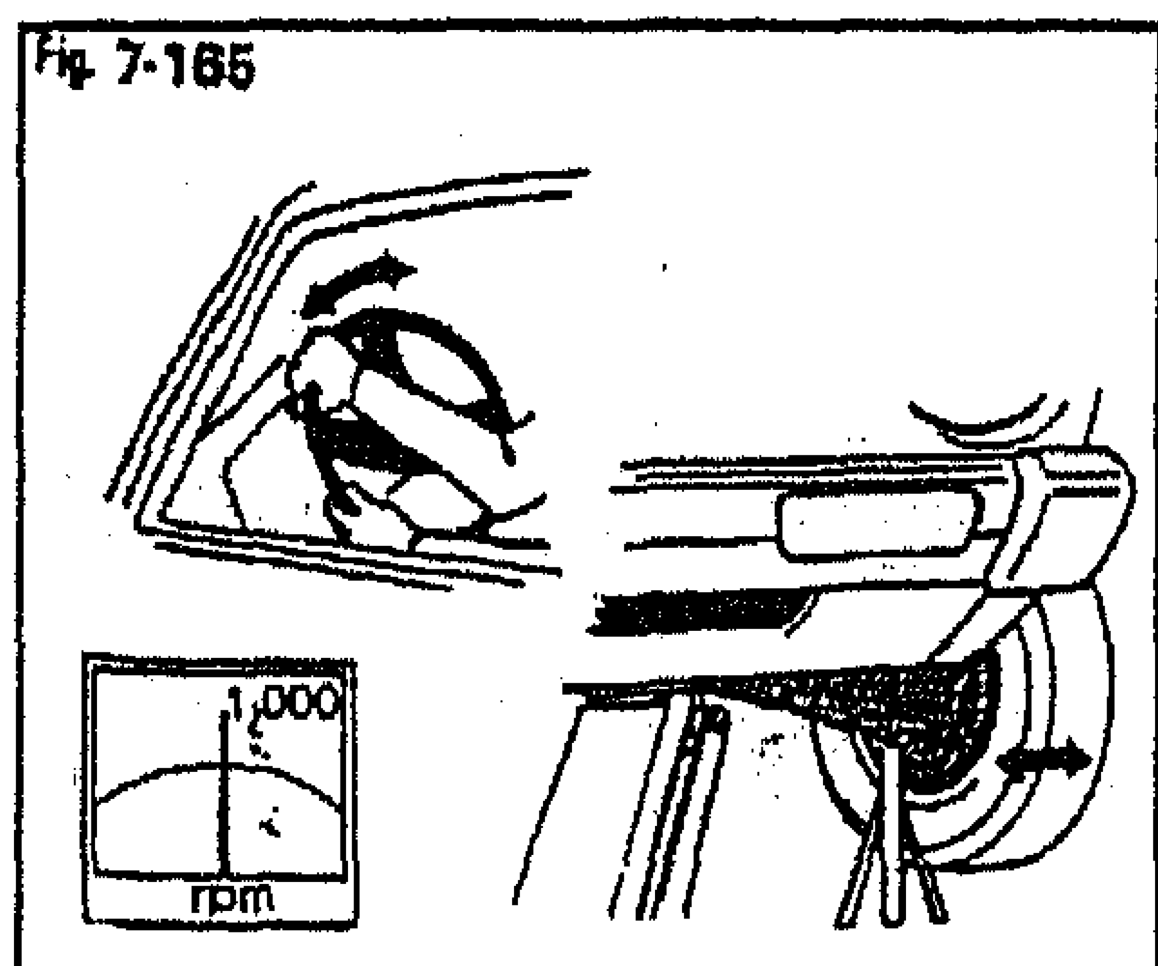


Fig. 7-165

٥-أدر السيارة وضعها على سرعة اللاحمل

٦-أدر عجلة القيادة مـــن الأول للآخـــر ٣ مرات

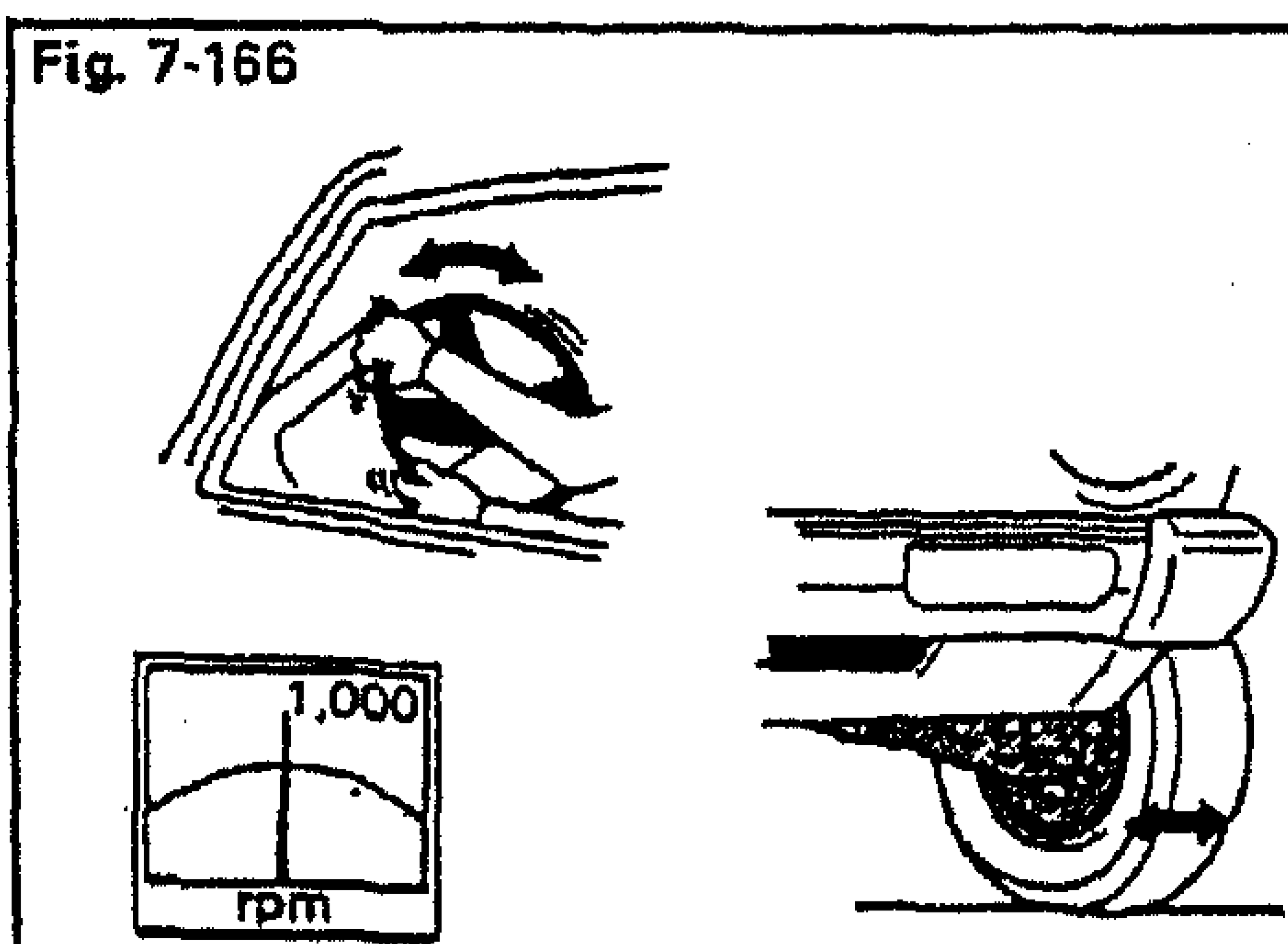
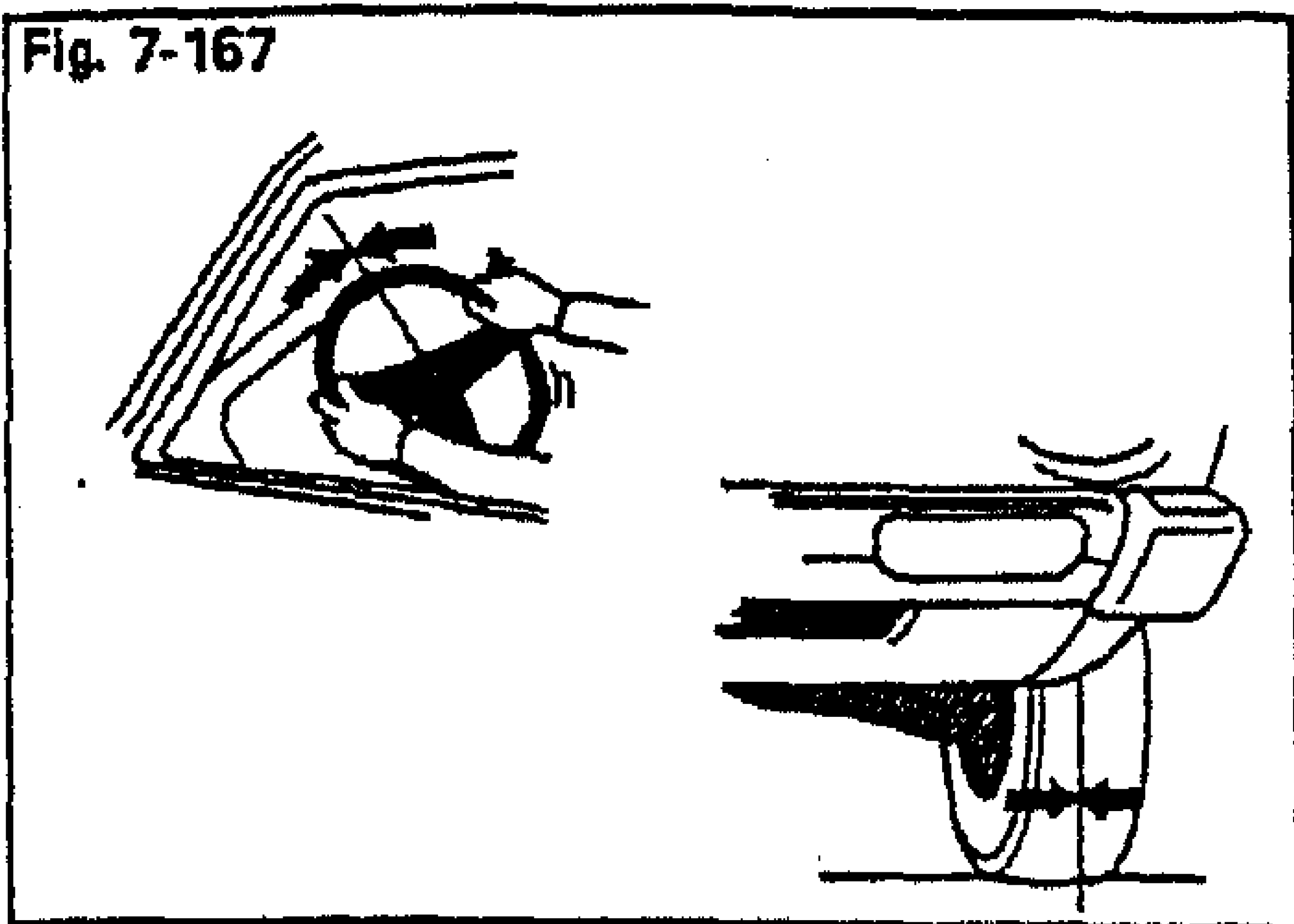


Fig. 7-166

٧-ضع السيارة على الأرض
٨-أدر لمحرك من سرعة ١٠٠٠ لفة/د
٩-أدر عجلة لقيادة من الأول للأخر ٣مرات


Fig. 7-167

١٠-ضع عجلة القيادة في وضع متوسط

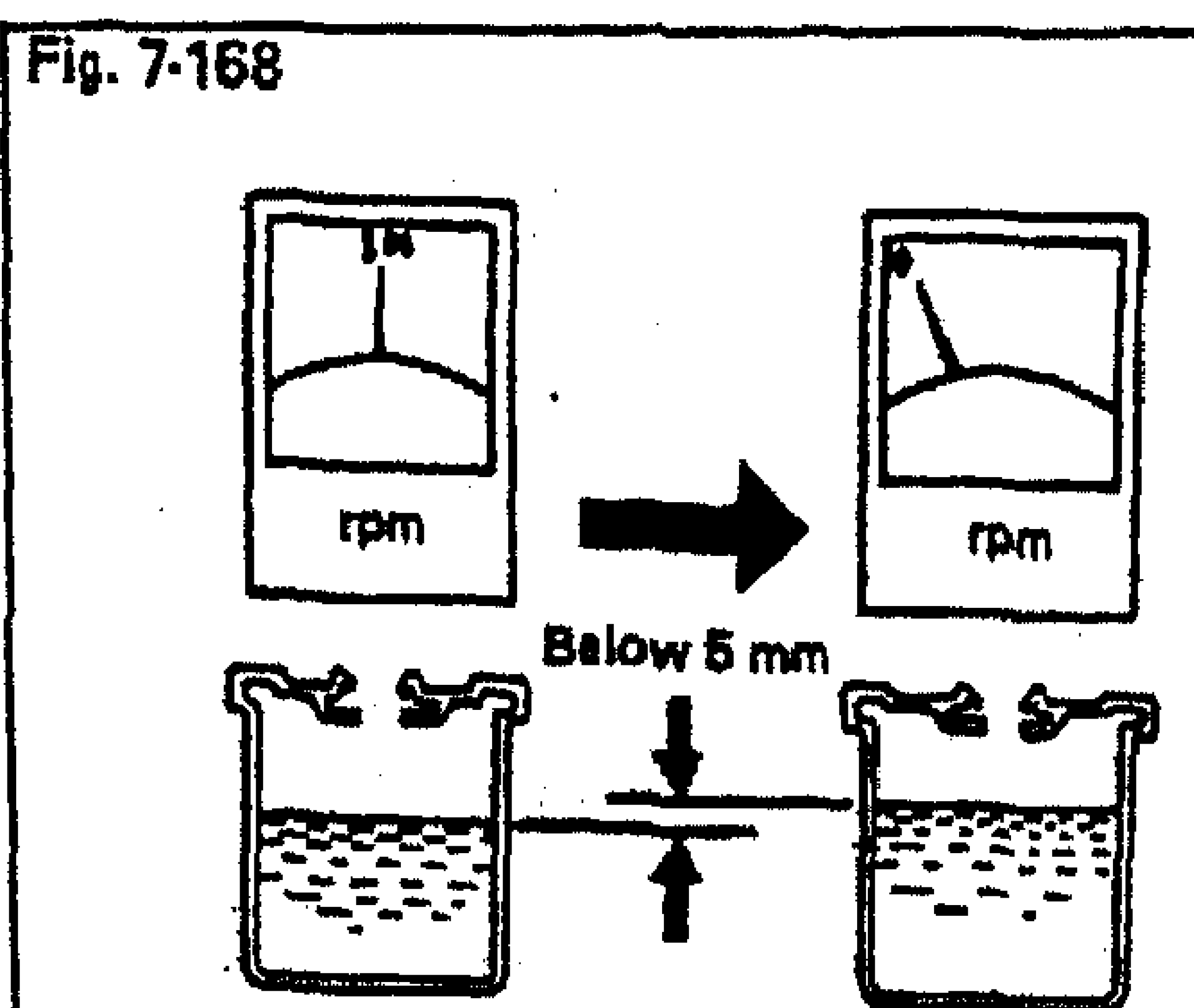
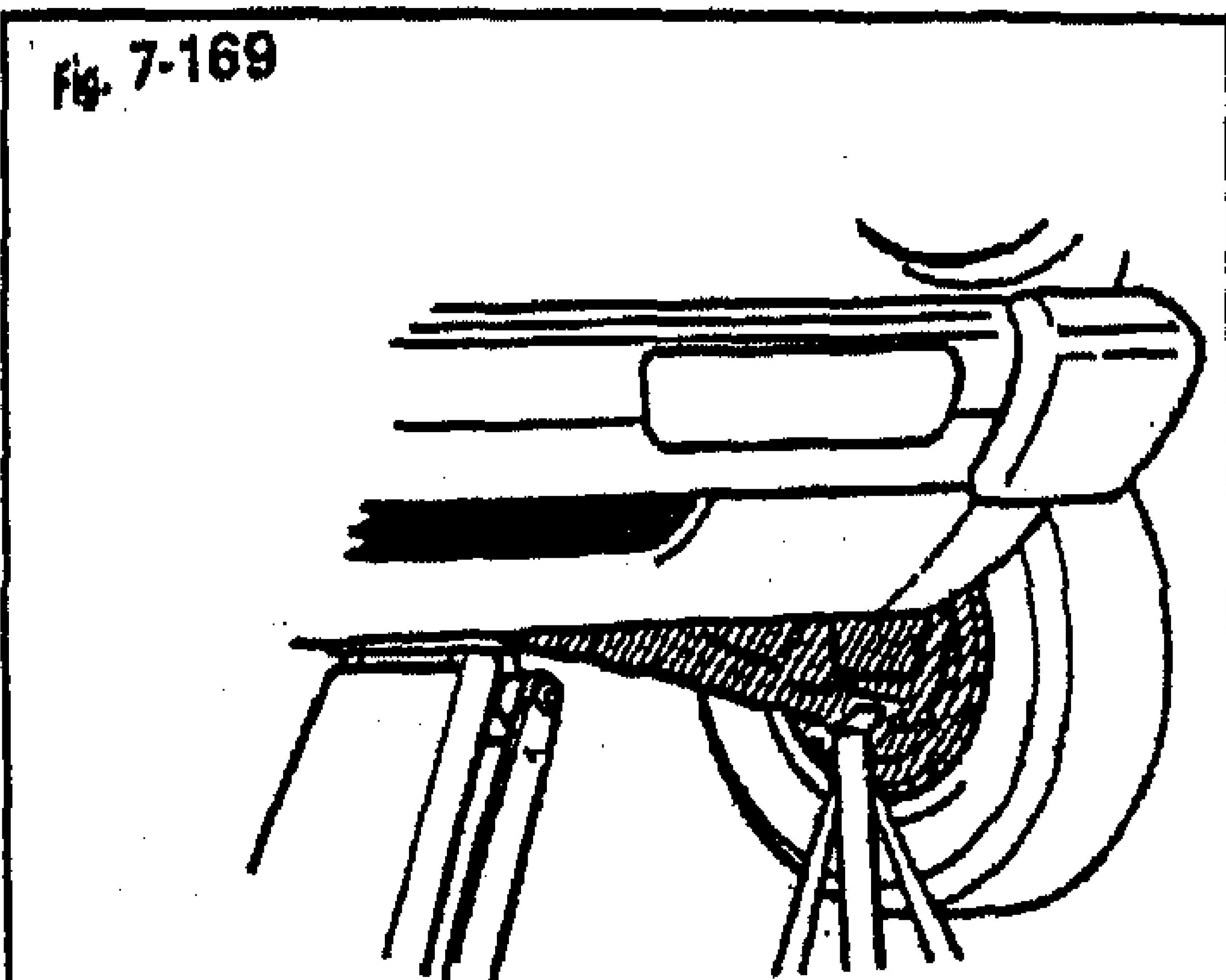
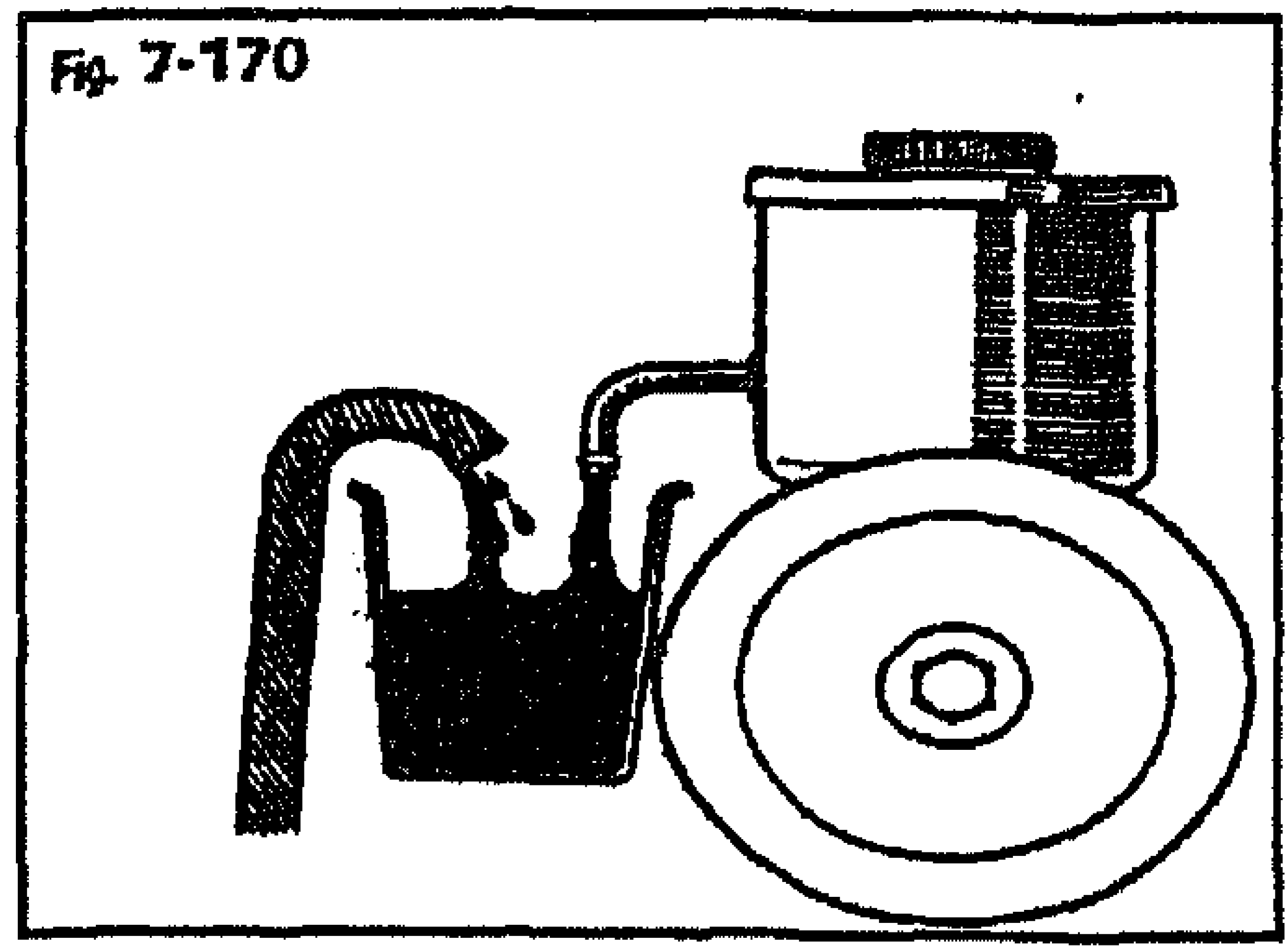


Fig. 7-168

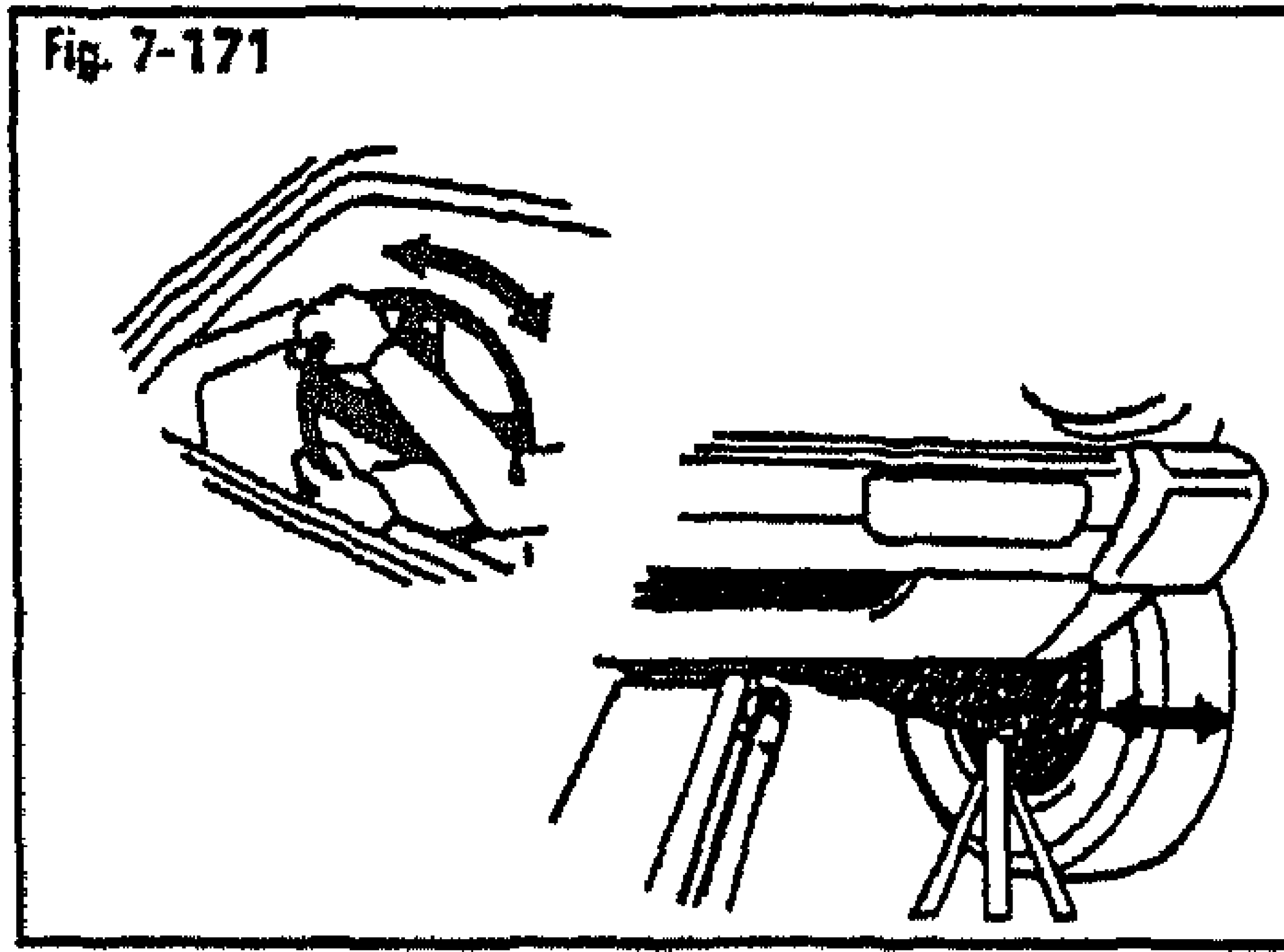
١١-الاستنزاف تم إذا لم يرتفع مستوى الزيت بدرجة كبيرة في الخزان وإذا لم يظهر استجلاب عند توقف المحرك - أقصى ارتفاع (ينخفض ٥مم)
١٢-إذا ظهر استجلاب أو زاد المستوى بدرجة كبيرة كرر الخطوة ٨ حتى ١١ حتى تحصل على الوضع الصحيح للمستوى


Fig. 7-169

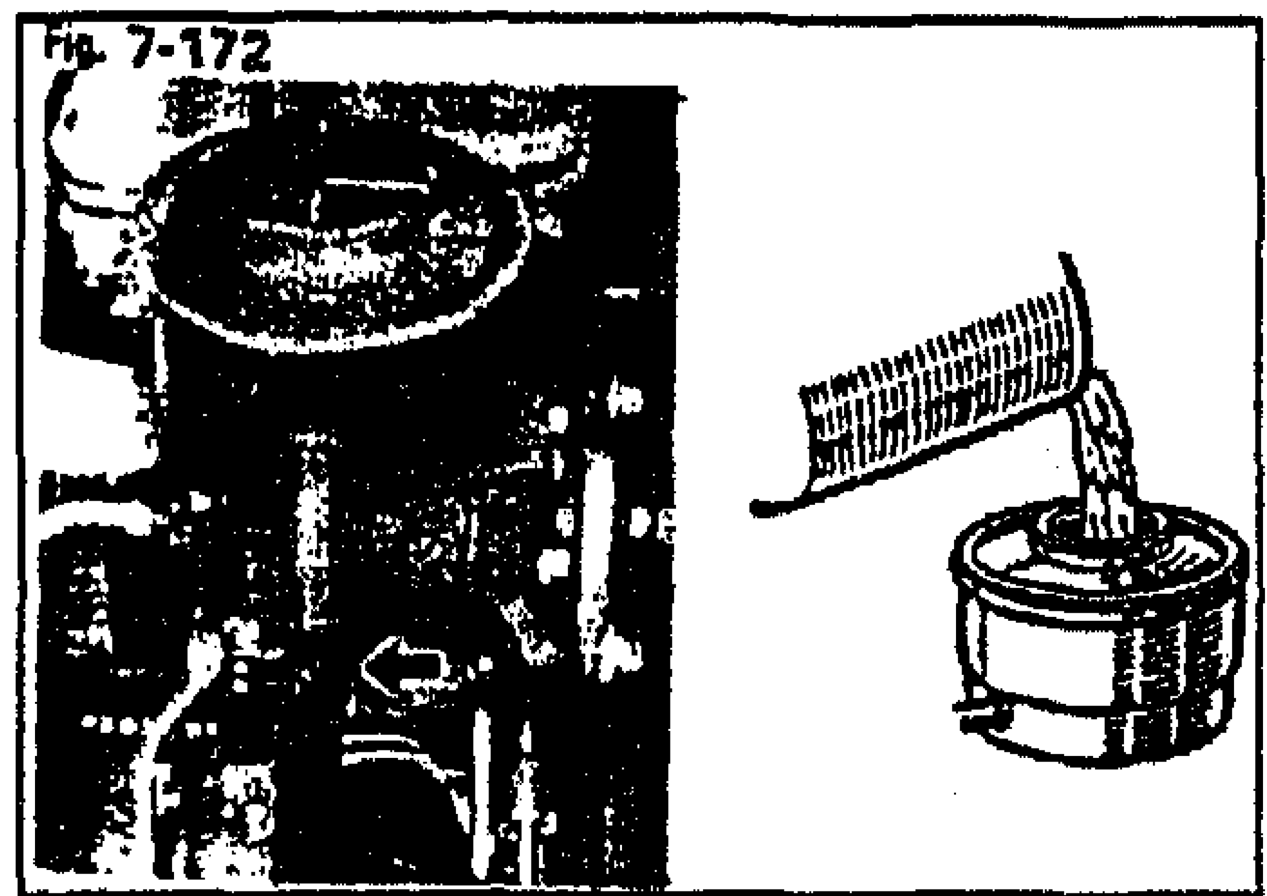
استبدال الزيت :
١-أرفع مقدمة السيارة



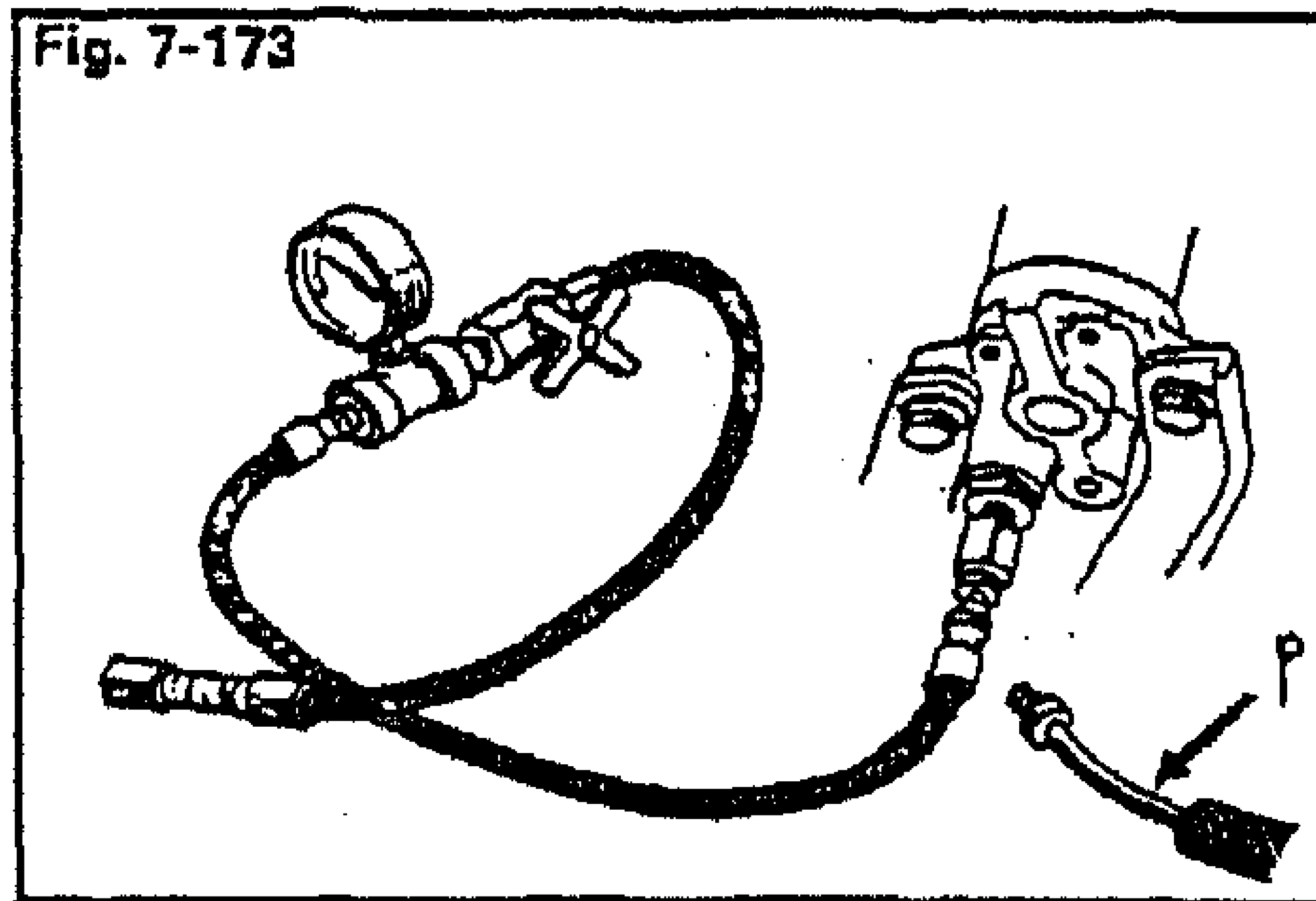
٢-أنزع خرطوم راجـــع الزيـــت مـــن الخزان وفرغ الزيت في إناء



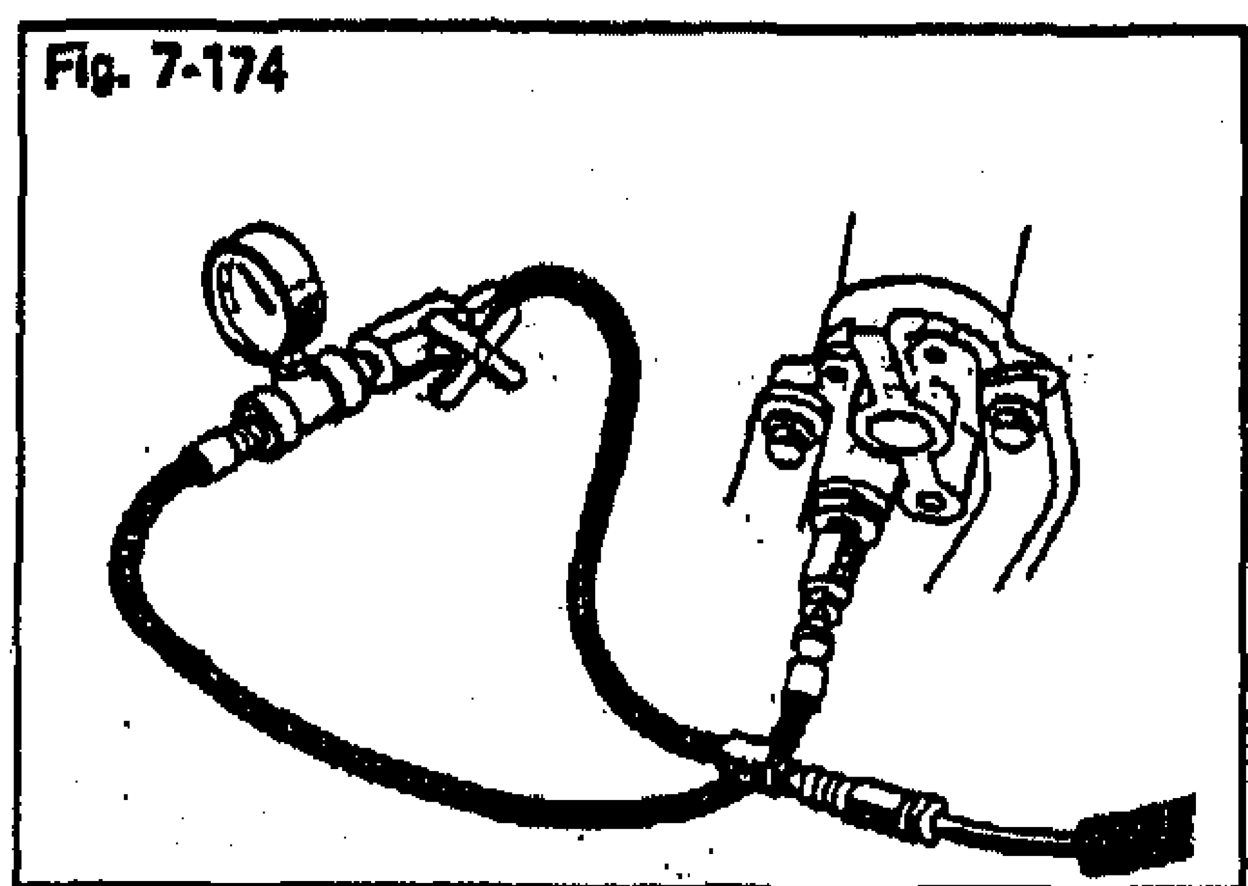
٣-أدر عجلة القيادة من الأول للآخر أثنـــاء تصفية الزيت



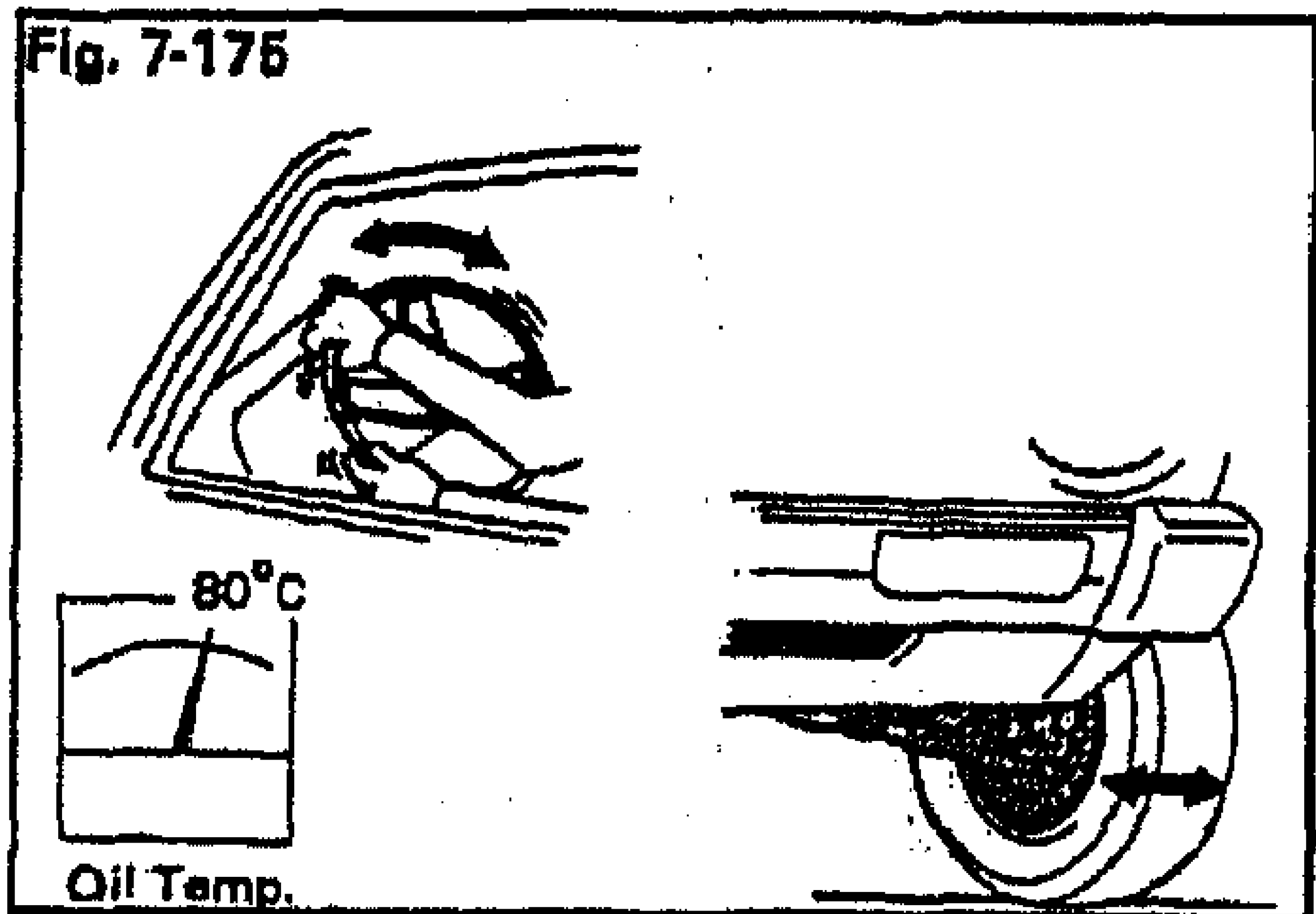
٤-أعد خرطوم عودة الزيت للخزان
٥-ضع زيت جديد
٦-قم بعلمية استنزاف للهواء كما ســبق شرحه



اختبار ضغط الزيت :
١-توصيل عداد الضغط
أ-أفصل خط الضغط
ب-أفصل خط الضغط من المضخة
جـ وصل جانب العــداد مـــع ماســورة المضخة



د-وصل جانب الصمام مع خط الضغط



هـ-استنزف الهواء
٢-اختبر مستوى الزيت مع التأكد أن درجة حرارة الزيت نحو ٨٠ °

الضبط :

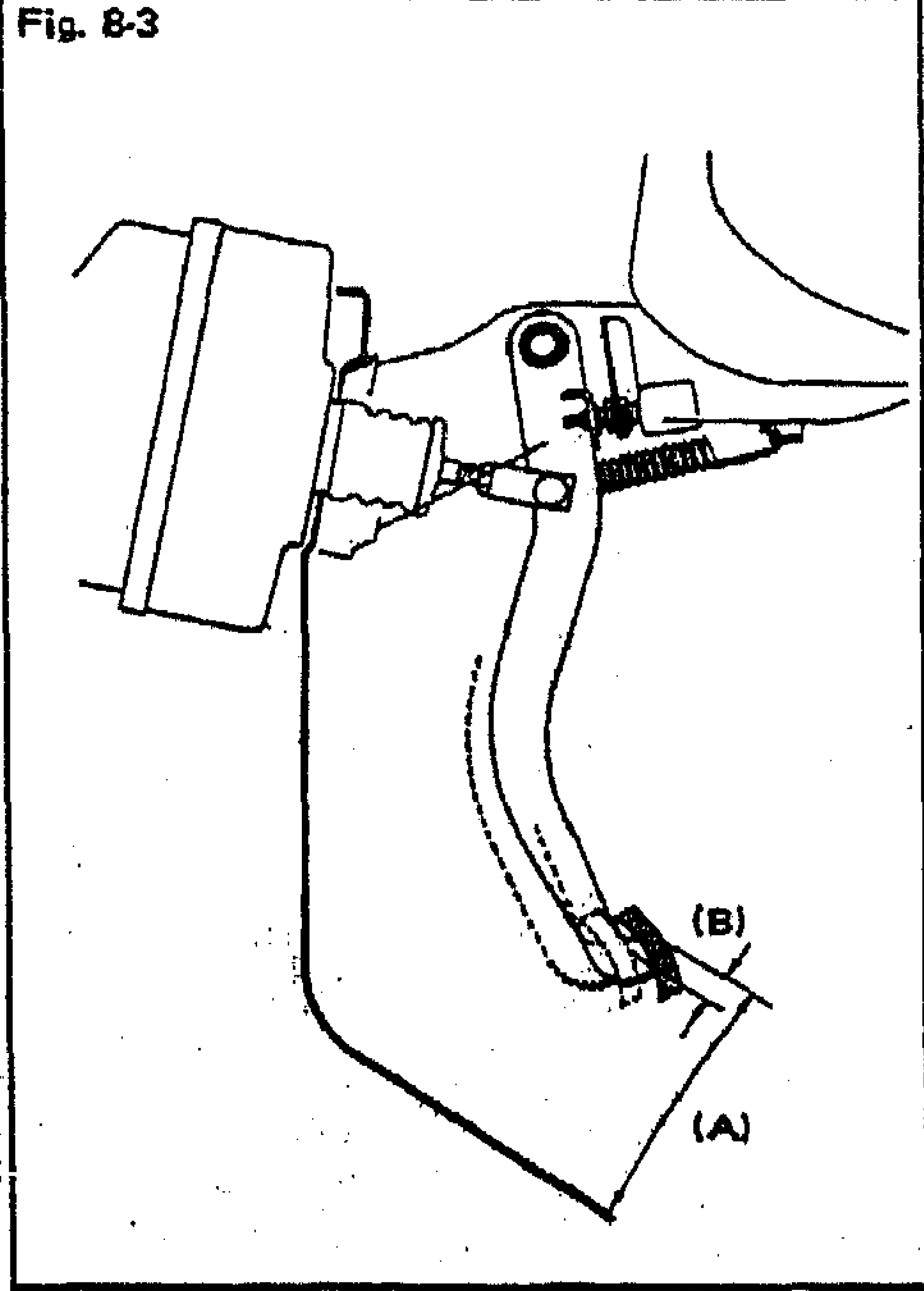
-بدال الفرامل:

-الارتفاع :

١-قس المسافة بين البدال وأرضية السيارة يجب أن تكون نحو ١٥٠ مم

٢-ضبط ارتفاع البدال

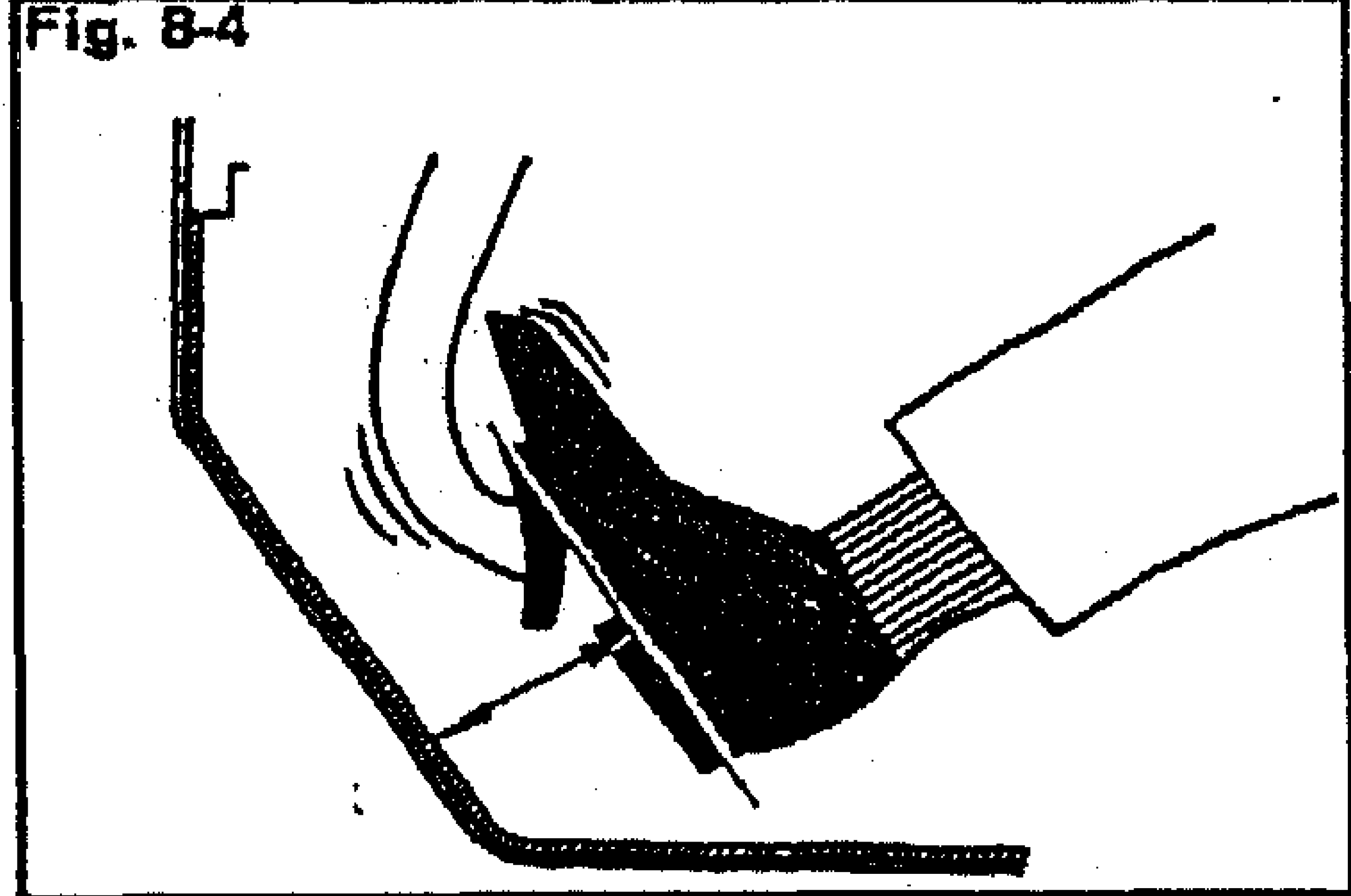
أ-عن طرق مسمار الضبط والصامولة المركبة على نهاية ساق دفع الأسطوانة



خلوص البدال B

١-ضغط باليد على البدال حتى يبدأ الشعور بالمقاومة الداخلية

٢-يتم ضبط الخلوص عن طريق مسمار الضبط والصامولة المركبة على نهاية ساق دفع الأسطوانة (كذلك يتم تحديد الخلوص أثناء إدارة المحرك على سرعة اللاحمل)





خلوص بطانات الاحتكاك :

-اختبار مشوار البدال:

اضغط البدال حتى نهاية المشوار

*المسافة بين البدال والأرضية نحو ٨٠-٨٥ مم

وإذا كانت أقل من ذلك يتم فحص خلوص بطانات الإحتكاك الأمامية والخلفية

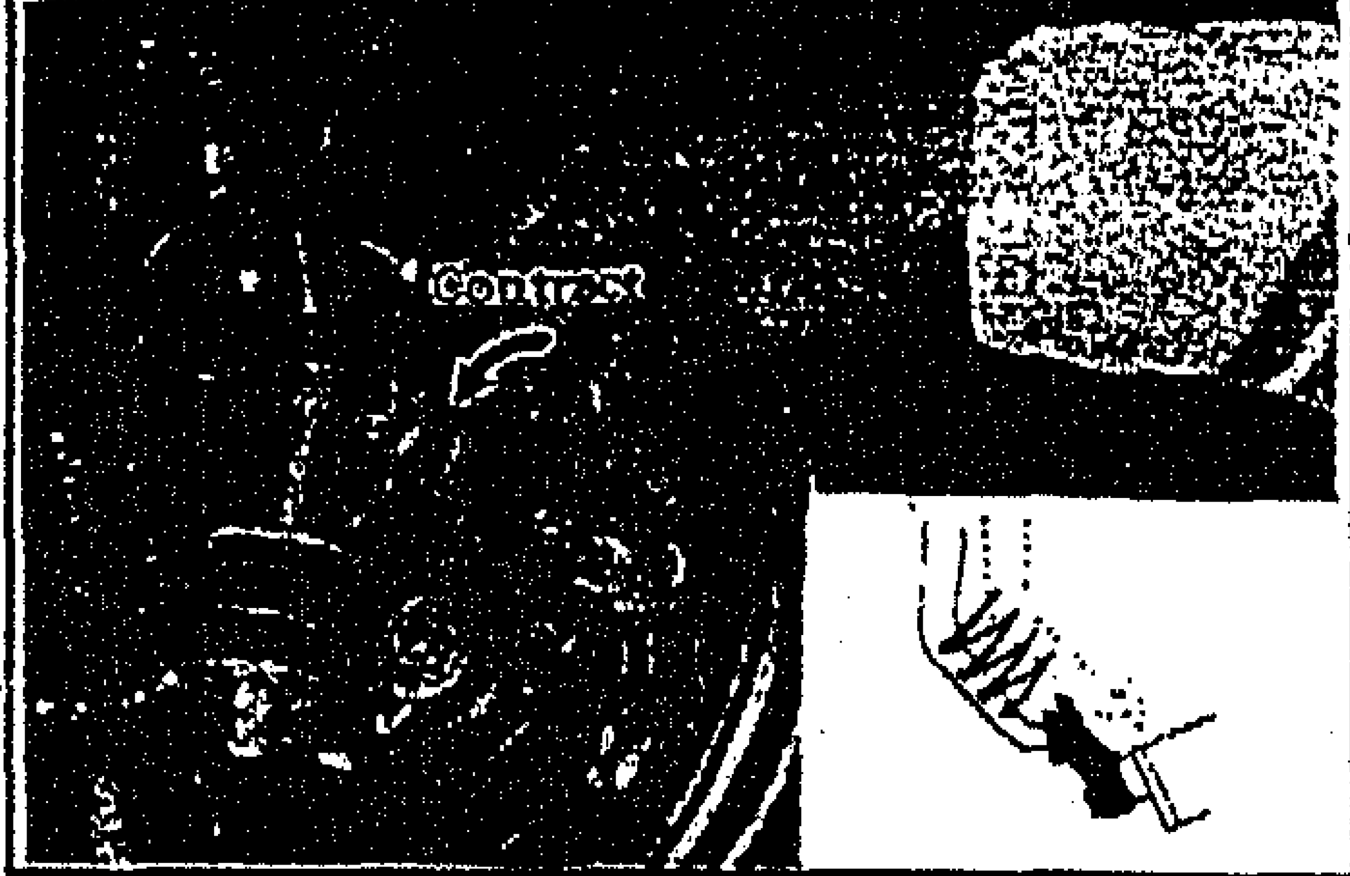
ضبط خلوص بطانات الإحتكاك :

-فرامل الطوق :

١-ارفع السيارة حتى يمكن إدارة العجلات بحرية

٢-أدر العجلة وبواسطة مفك أغلق سنن الضبط حتى تتوقف العجلة عن الدوران

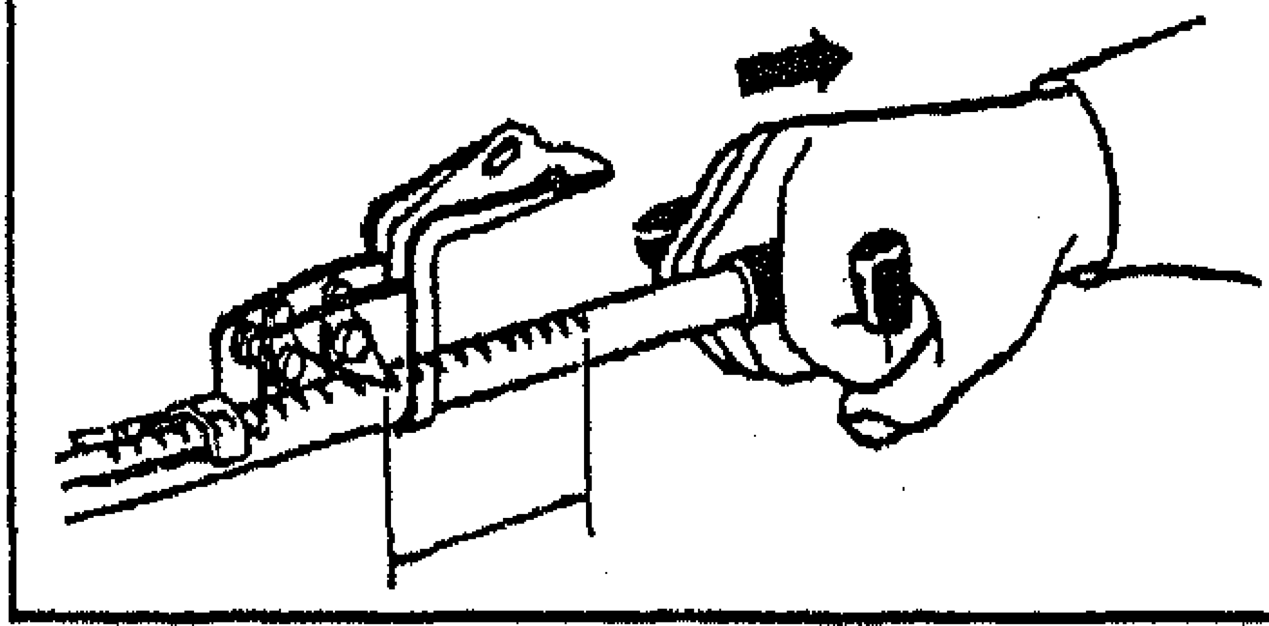
Fig. 8-6



٣-قم بفتح مسنن الضبط في عكس اتجـــاه الغلق حتى تدور العجلة بدون احتكـــاك مع التيل وسجل عـــدد الأســـنان التـــي تحركت حتى هذا الوضع

٤-كرر ما سبق بالنسبة للعجلات الأخـــرى مع ثبات نفس عدد الأسنان حتى تتحرك العجلة

Fig. 8-7

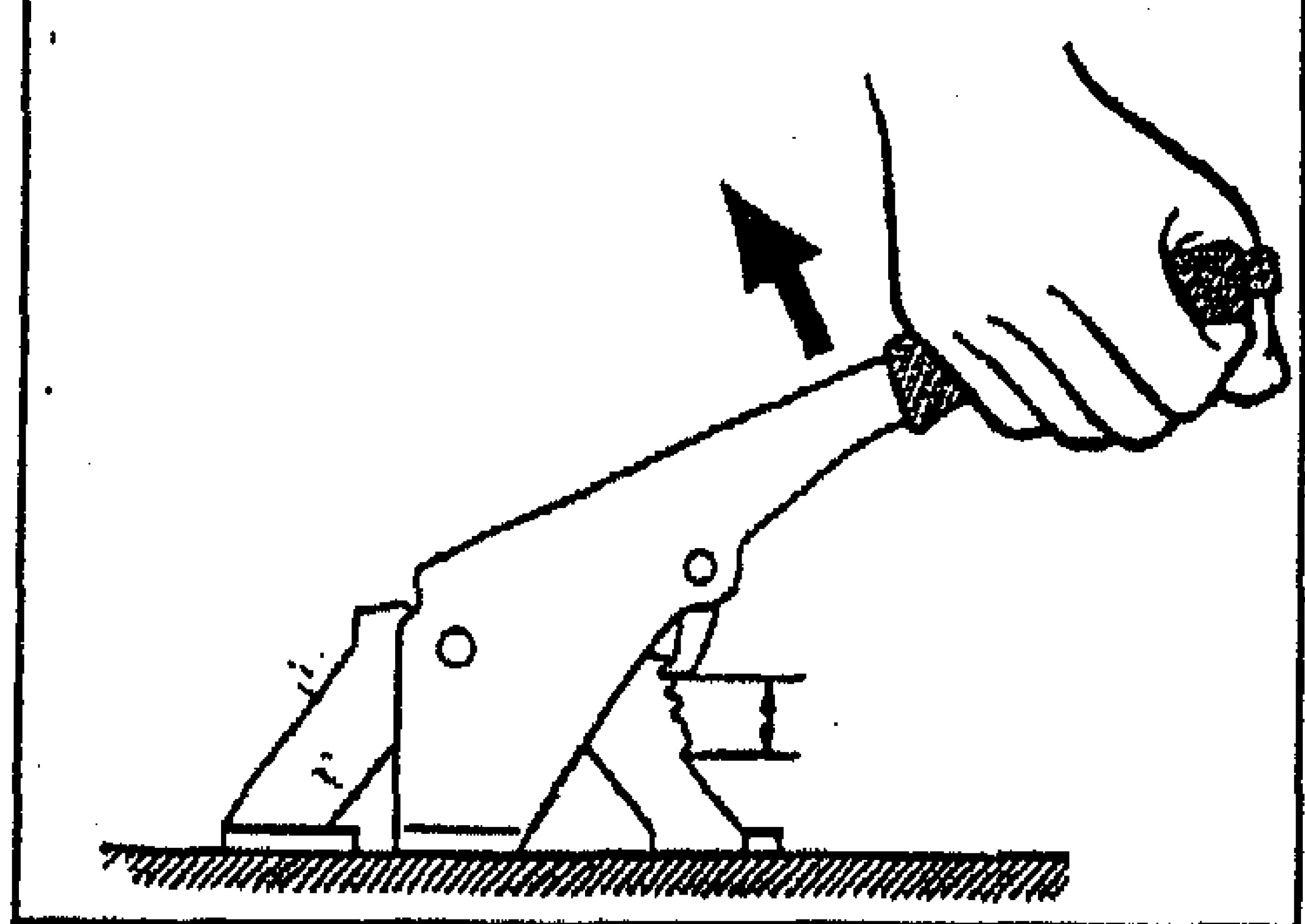


فرامل اليد

-اختبار يد الفرملة

قم بسحب اليد حتى تتوقف واحسب عدد الأسنان (التكة) حتى تتوقف عن التكة : من ١٠-٢٠ تكة (خدش)

Fig. 8-8

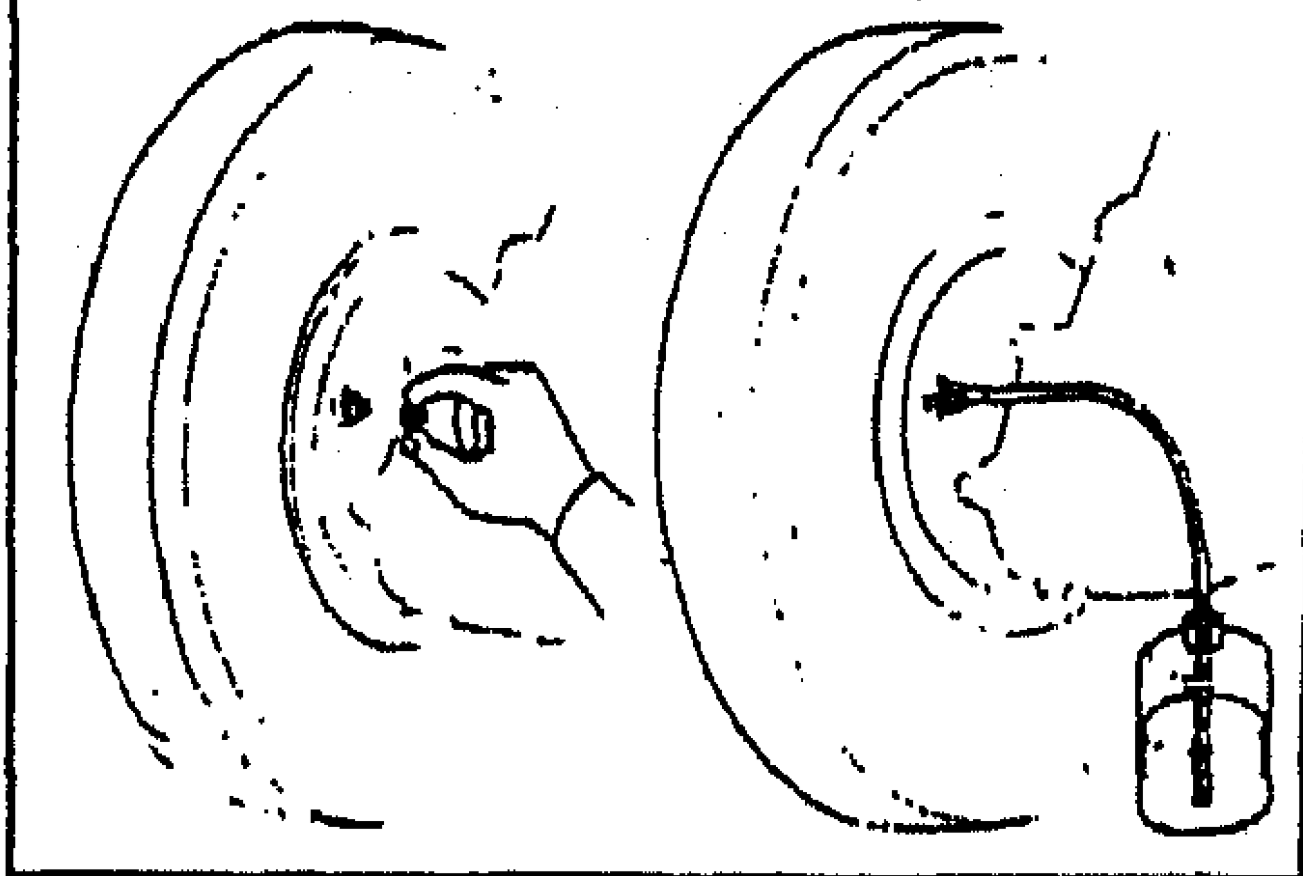


فرامل اليد ذات الذراع المركزي :

قم بسحب اليد للخارج كما بالـــشكل حتـــى تتوقف

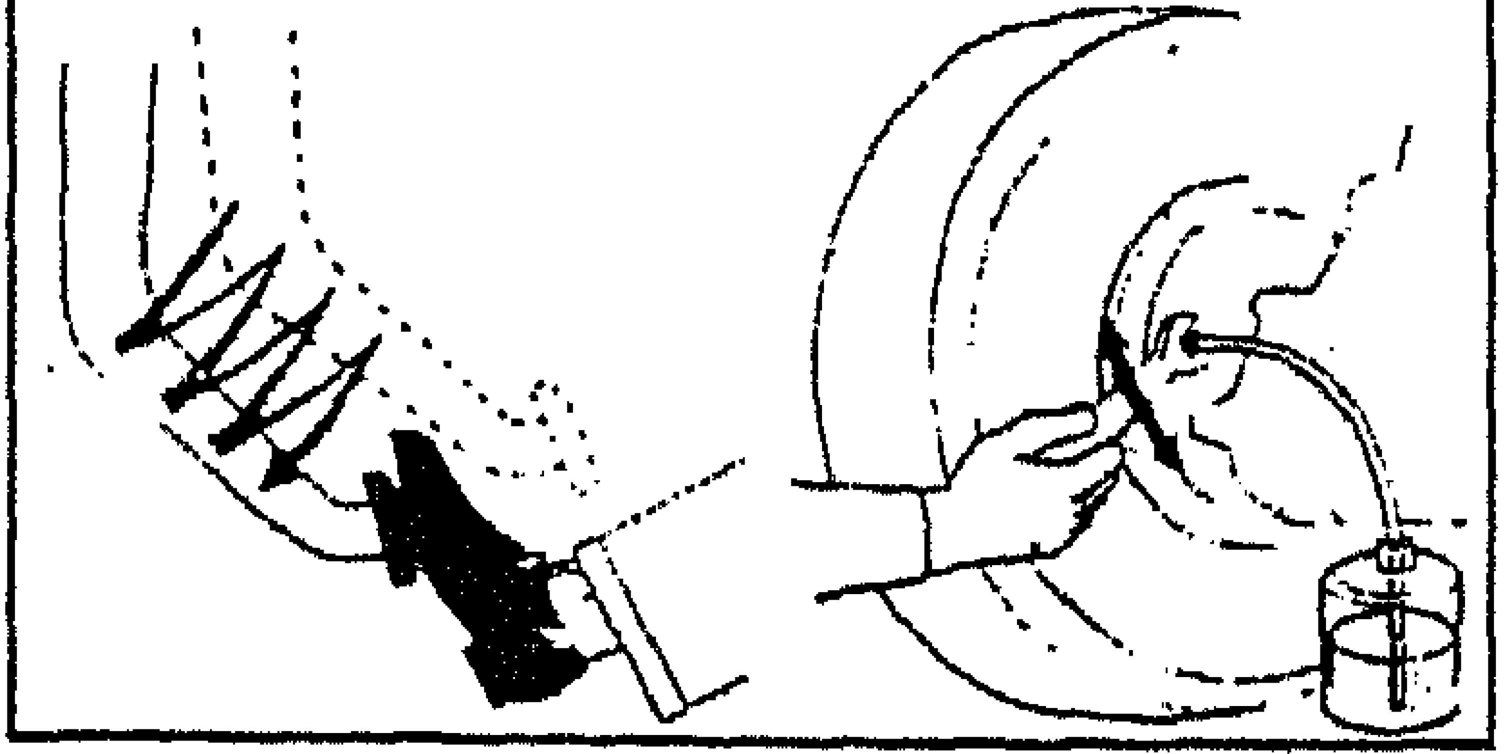
عدد التكة من ٣-٧ تكة

Fig. 8-11

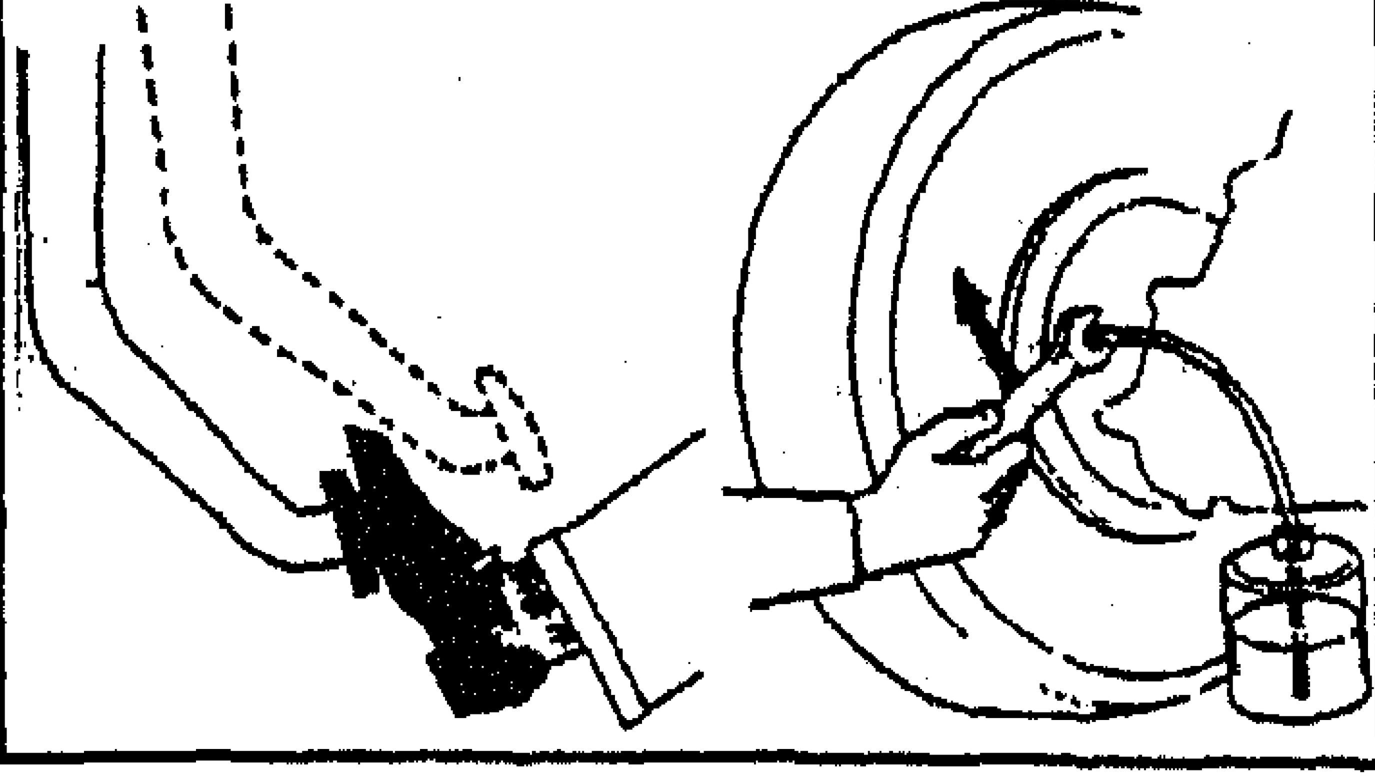


استنزاف الهواء

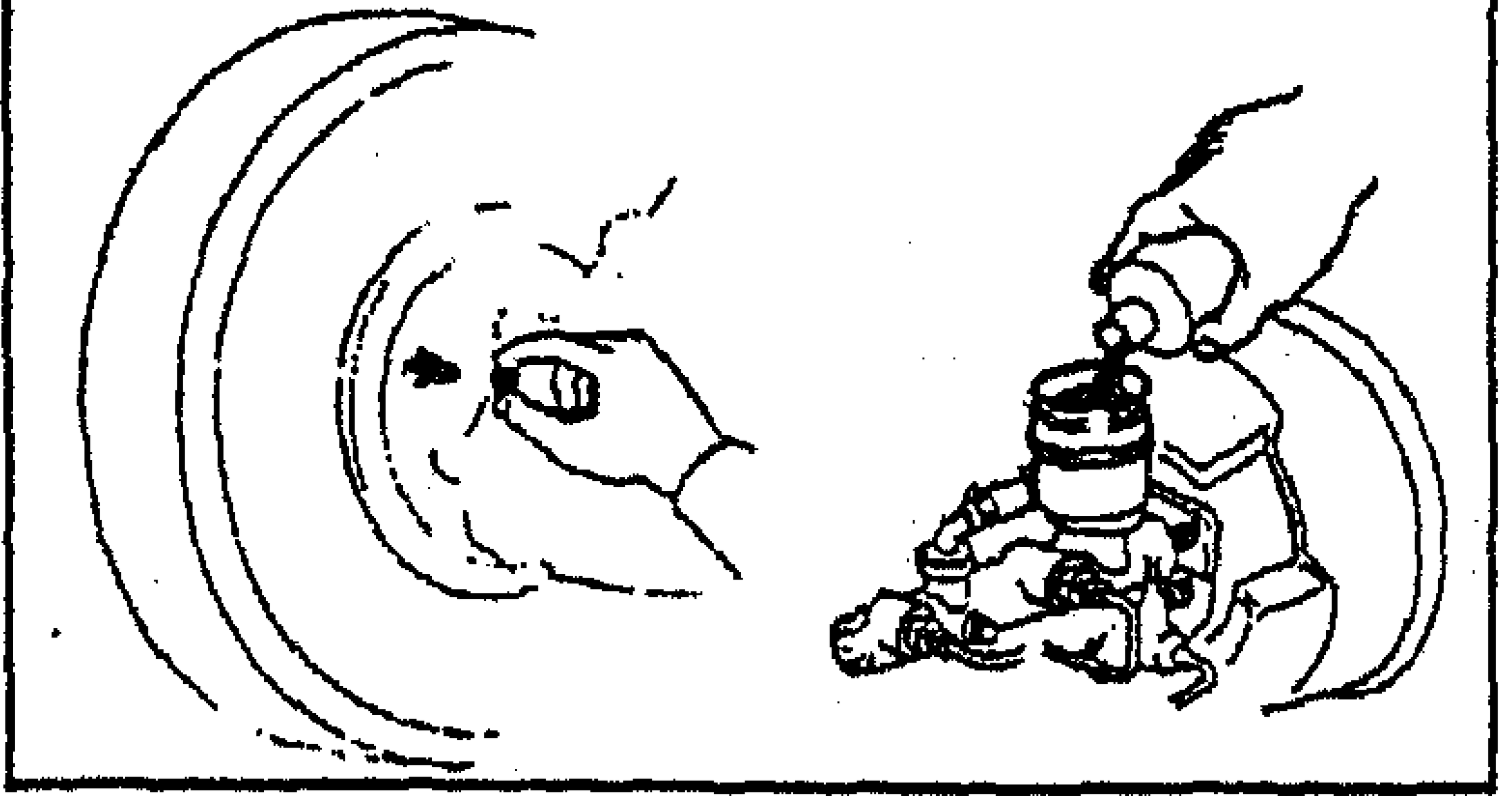
١-انزع غطـــاء مـــسمار الاســـتنزاف ووصـل خرطــوم مـــع المـــسمار وطرف الأخر داخل أناء



٢-اضغط البدال عدة مرات وفي أثناء التحميل خفف رباط مسمار الإستنزاف نصف لفة



٣-أعد الربط مرة أخرى وبسرعة بعد اندفاع الهواء والزيت داخل الخرطوم



٤-كرر الخطوة السابقة عدة مرات حتى تختفي ظهور فقاعات الهواء ثم أربط المسمار بقوة

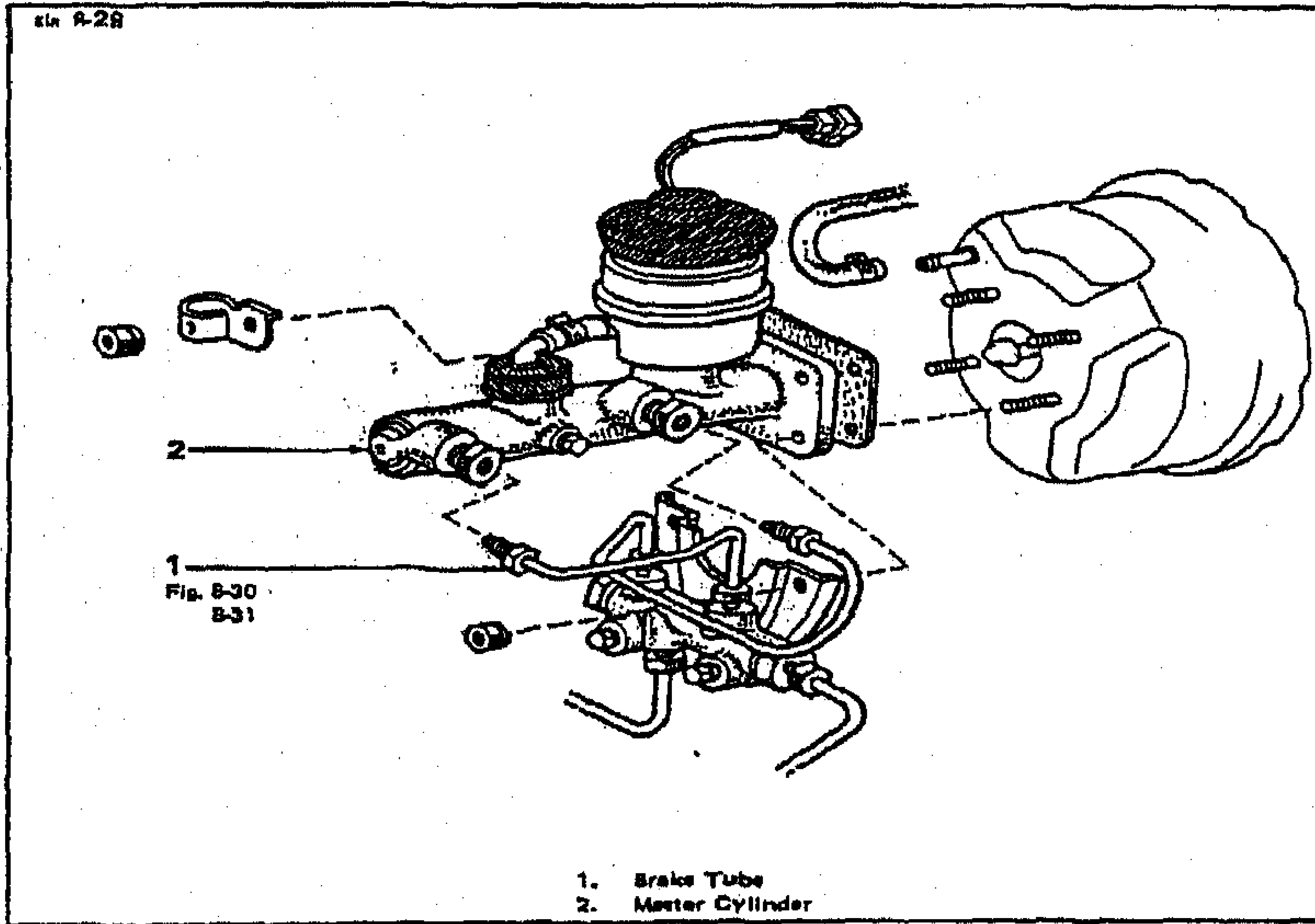
**(لا تجعل الزيت يلامس الأجزاء المطلية)

عزم الرباط : ٠,٩ – ١,٣ كجم متر

٦-ركب غطاء مسمار الإستنزاف

٧-ضع الزيت في خزان الزيت

٨-تأكد من مستوى الزيت



١-أنبوب الفرامل ٢-الأسطوانة الرئيسية

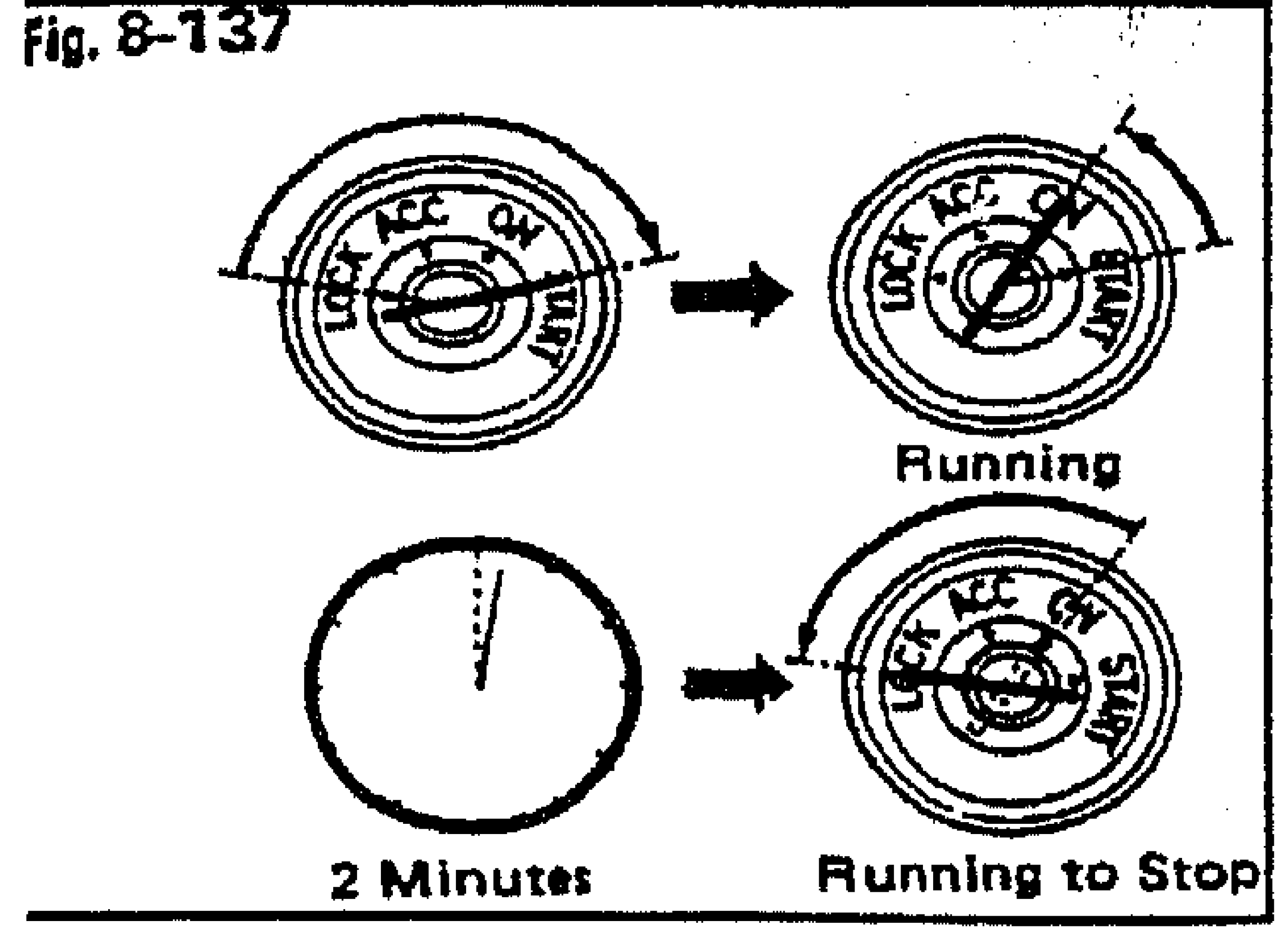


Fig. 8-137

فحص آداء السيرفو بعد التركيب مباشرة

١-أدر المحرك

٢-بعد نحو ٢ دقيقة يتم إيقاف المحرك

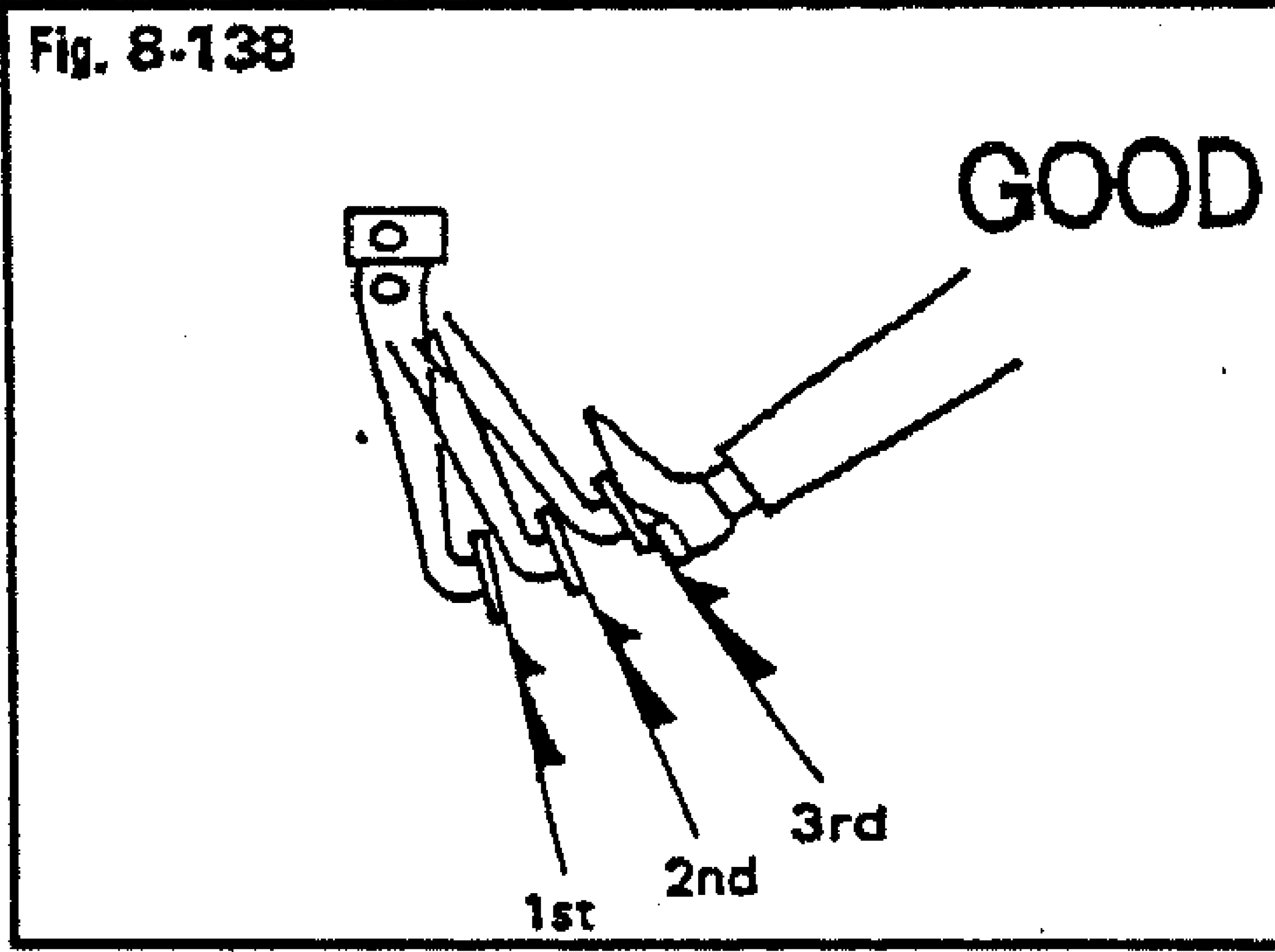


Fig. 8-138

٣-أضغط على البدال عدة مرات متتالية إذا كان المشوار كبير عند الضغطة الأولى ثم يقل في الثانية ثم يقل في الثالثة فإن الآداء يكون جيد

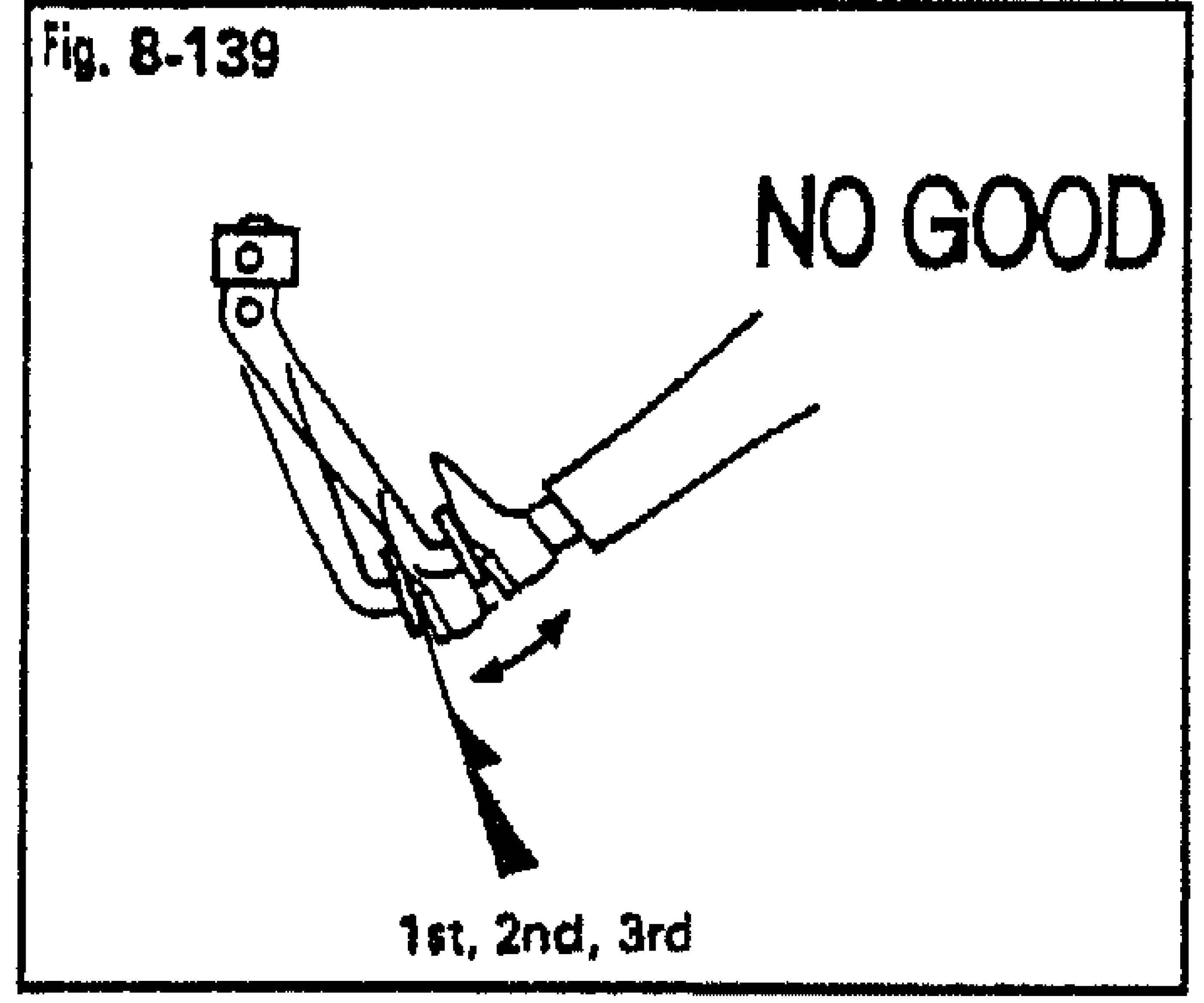


Fig. 8-139

إذا لم يحدث تغيير يذكر في مشوار البدال يكون هناك عطل (عيب) في الغالب يكون الخلل ناتج من تسرب من خرطوم التخلخل أو القفيز أو تسرب من الحابك بين الجسم الأمامي والجسم الخلفي

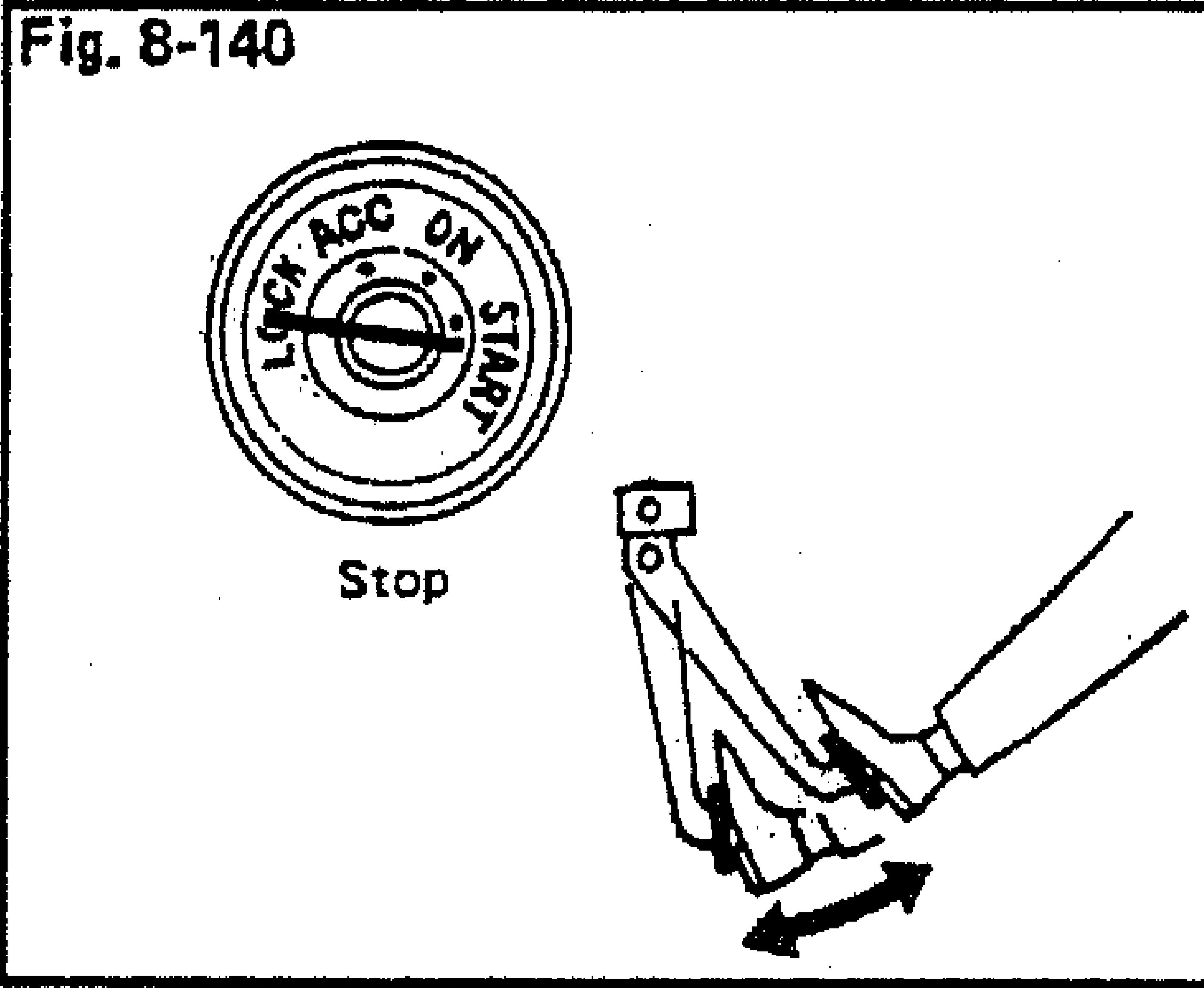
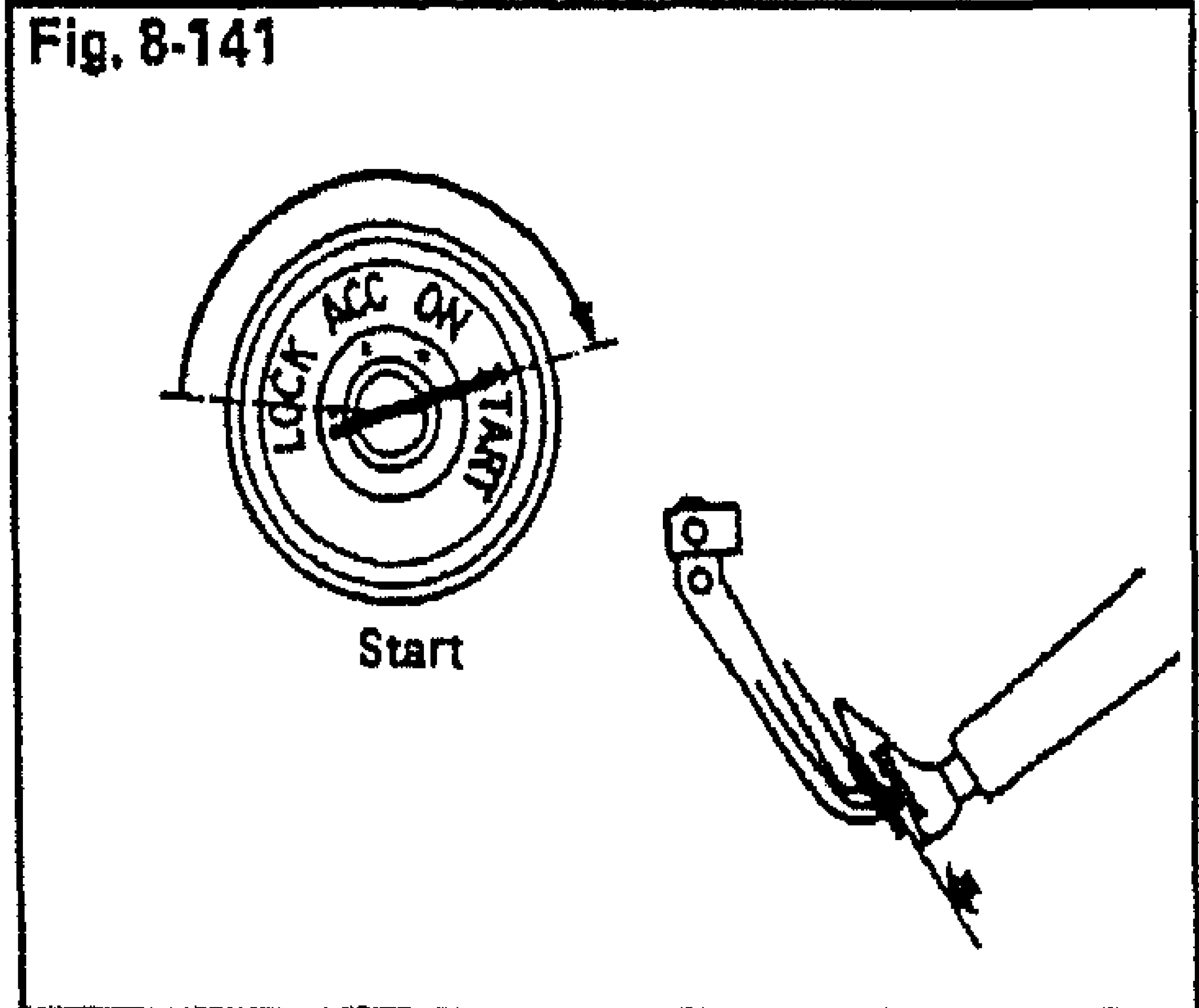


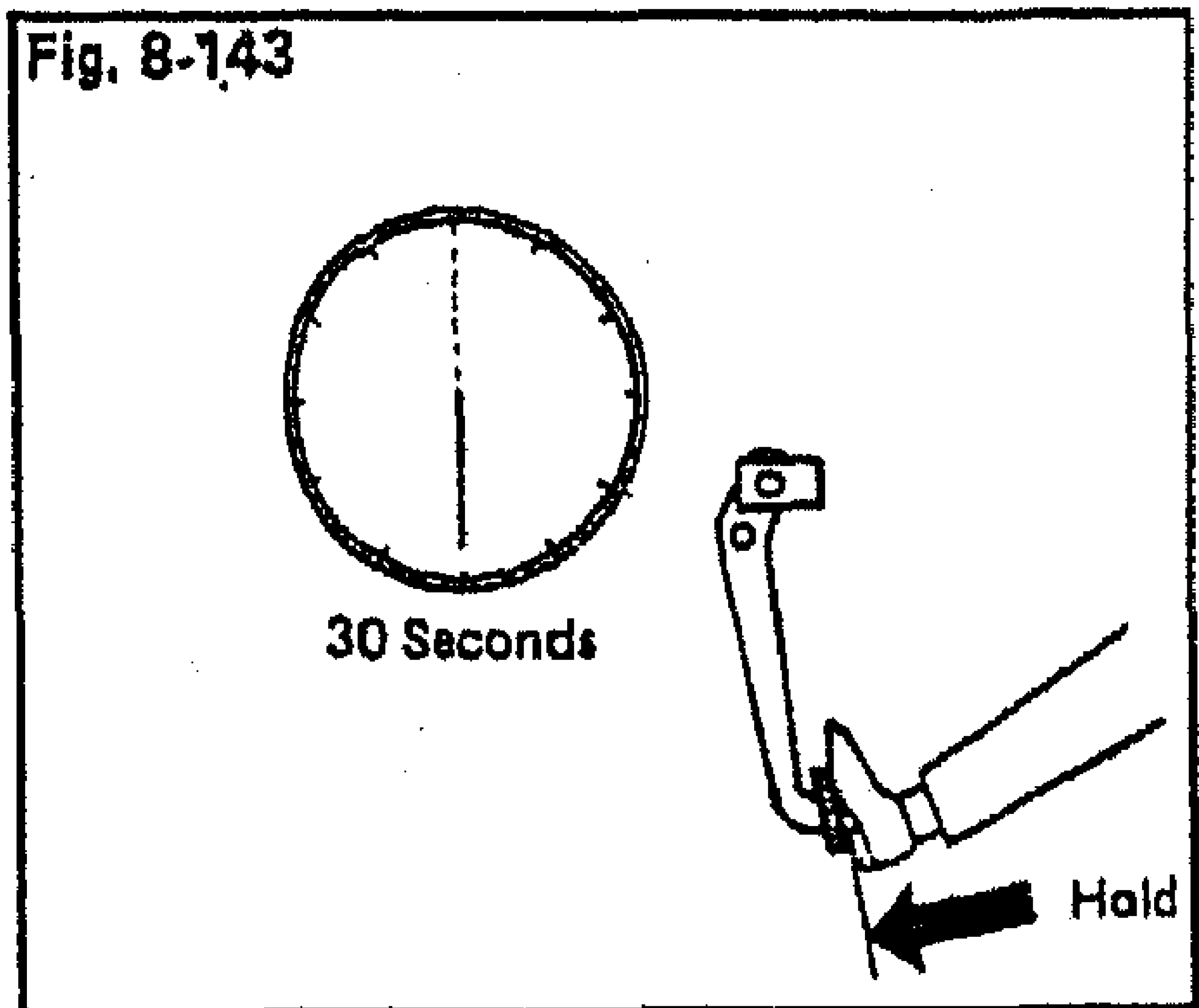
Fig. 8-140

إختبار الآداء :

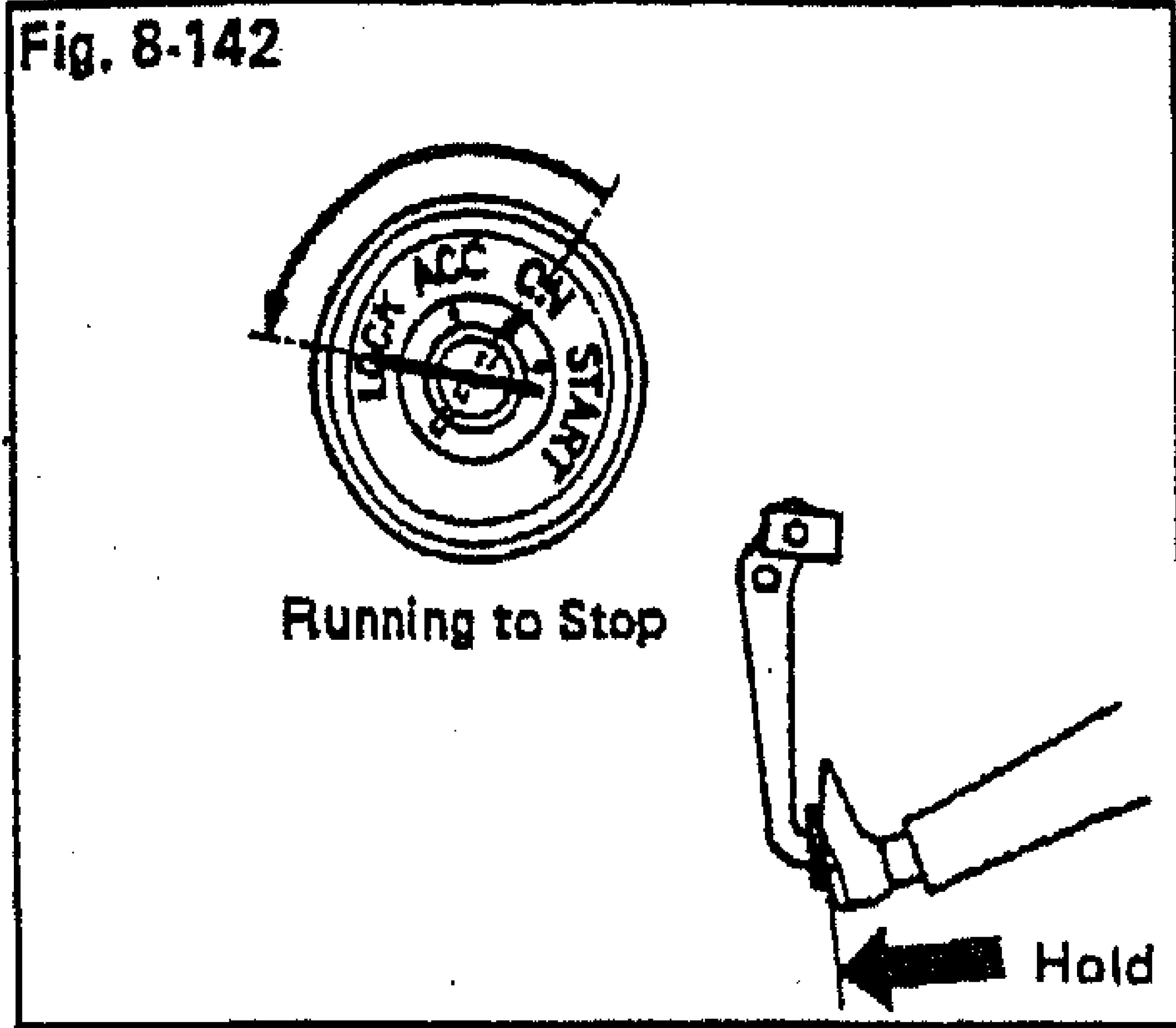
١-أثناء توقف المحرك اضغط على البدال عدة مرات بنفس القوة وتأكد أن المشوار لا يتغير



٢-أدر المحرك أثناء الضغط على البدال
– بالنسبة للأداء الجيد للسيرفو يجب أن يتحرك البدال لأسفل قليلاً وبنعومة وإذا لم يحدث تغيير في الارتفاع يكون هناك عيب في السيرفو



٢-لمدة ٣٠ ثانية مع استمرار الضغط يجب عدم تغير ارتفاع البدال وغذا ارتفع البدال قبل ٣٠ ثانية يكون هناك تسرب هواء للسيرفو.



*اختبار وجود تسرب هواء للسيرفو
١-أثناء إدارة المحرك إضغط بدال الفرامل واستمر في الضغط ثم أوقف المحرك واستمر في الضغط

المراجـــع

١. هندسة السيارات – سلسلة الألف كتاب .

٢. المحرك – م. عطيه على عطيه .

٣. الشاسية – م. عطيه على عطيه

٤. الحقائب التعليمة – المؤسسة العامة للتعلـيم الفنـى بالمملكـة العربيـة السعودية.

٥. تكنولوجيا السيارات – د.م سمير الدمرداش – م. محسن محمد محمد .

٦. كهرباء السيارات – م. عطيه على .

٧. كهرباء السيارات م. حلمى جاد الله .

٨. Auto Fundamentals - Max Hill Grew

٩. Auto Repair - Max Hill Grew

١٠. Automobile Engineering - Max Hill Grew

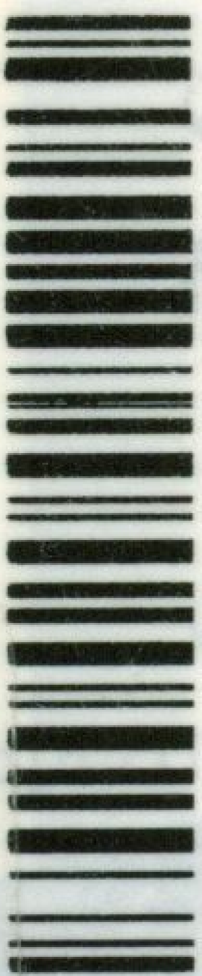
١١. Automotive Encyclopedia - Max Hill Grew



السيارة

تتناول فكرة هذا الكتاب تقديم كتاب ذو مستويات تعليمية مختلفة فهو يخاطب مستخدم السيارة بصفة عامة وكذلك يقدم المعلومات الأكثر تقدماً وعمقاً لمن يريد الاستزاده من العلم والتعلم فى مجال تكنولوجيا السيارات وخاصة الحديثة منها فهو يستعرض معظم مكونات وتركيب السيارة ونظريات عملها بالإضافة إلى فصل خاص بعمليات الصيانة التى يمكن لمستخدم السيارة العاد... يقوم بها وكذلك توجد بعض العمليات التى يمكن أن ... بها من يمتلك خبرة بسيطة فى عمليات الفك والتركي... ونسأل الله العلى القدير أن يكون هذا الكتاب نافعاً لكل ... يقتنيه .

ال خليفة



ISBN 977-287- 846



دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع
٥٠ شارع الشيخ ريحان - عابدين - القاهرة
٢٧٩٥٤٢٢٩
www.sbhegypt.org
e-mail : sbh@link.net

